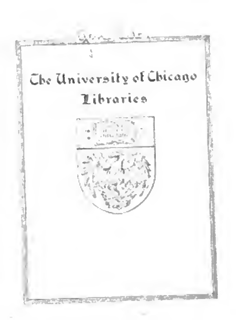
ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG DER HOCHWASSERVERHÄLTNISSE IM DEUTSCHEN RHEINGEBIET: AUF VERANLASSUNG DER REICHSKOMMISSION ZUR UNTERSUCHUNG DER...

Baden (Germany). Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie


Digitized by Google

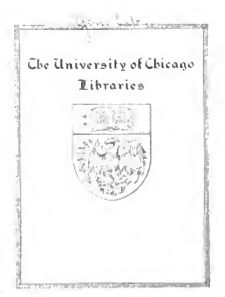
Gen. Lib.



Digitized by Google

Gen. Lib.







Ergebnisse

der

Untersuchung der Hochwasserverhältnisse

im

Deutschen Rheingebiet.

Auf Veranlassung der Reichskommission zur Untersuchung der Stromverhältnisse des Rheins und seiner wichtigsten Nebenflüsse und auf Grund der von den Wasserbaubehörden der Rheingebietsstaaten gelieferten Aufzeichnungen

bearbeitet und herausgegeben

von dem

Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogtum Baden.

VIII. Heft.

Der Abflußvorgang im Rhein unter der wechselnden Wasserlieferung des Stromgebietes und die Vorherbestimmung der Rheinstände.

Berlin
Wilhelm Ernst & Sohn
1908.

Digitized by Google

Digitized by Google

6t.9576

GB 733
.R5B2

Vorwort.

Mit dem vorliegenden VIII. Hefte der »Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet« sollen die auf Veranlassung der Rhein-Reichskommission von dem Badischen Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie durchgeführten Studien und Ausarbeitungen über die Hochwassererscheinungen des Rheins abgeschlossen werden. Wie in dem Vorworte zu dem I. und II. Hefte ausgeführt ist, war der Hauptzweck dieser Untersuchungen die Ermittlung der Entstehungsursache und des Verlaufes der Hochwassererscheinungen, um so nach und nach jene Erfahrungswerte zu sammeln, auf welchen eine Wasserstands-Vorausbestimmung begründet werden könnte. Hierwegen wurden zunächst in den beiden ersten umfangreichen Veröffentlichungen die großen Hochwasser des letzten Jahrhunderts nach Auftreten, Höhenentwicklung und zeitlichem Verlaufe behandelt und insbesondere auch die begleitenden Umstände der Fluterscheinungen dargestellt und besprochen. Im III. Hefte wurde hierauf die Fortbewegung der Anschwellungen im Rhein unter der Einwirkung der Nebenflüsse kritisch untersucht. Aus einer großen Zahl nach Eintritt und Höhe genau aufgezeichneter Anschwellungserscheinungen, die unter geringster Beteiligung der Nebenflüsse den Strom durchlaufen hatten, konnte das Höhenverhältnis wie auch das zeitliche Fortschreiten der »gleichwertigen« Rheinstände abgeleitet und damit ein Hilfsmittel gewonnen werden, den Anteil der Rheinwelle oberhalb einer Nebenflußmündung von der schließlichen Wasserstandsbewegung unterhalb der Mündungsstelle zu trennen und so die Einwirkung des Nebenflusses auf den Rhein für sich zu erhalten. Hier wurde sodann noch einen Schritt weitergegangen, indem auch die Beziehungen festgestellt wurden, welche zwischen der durch einen Nebenfluß veranlaßten Rheinerhöhung und jener Nebenflußhöhe selbst bestehen. Die Ergebnisse gestatteten also aus bekannten Oberstrom- und Nebenflußhöhen die zugehörigen Wasserstände im Unterstrome herzuleiten und somit eine erste Grundlage für die Vorausbestimmung der Rheinstände zu liefern. Das Tatsachenmaterial, welches den Untersuchungen zugrunde gelegt werden konnte, war indes stellenweise noch lückenhaft und die daraus gezogenen Schlußfolgerungen entbehrten daher hier und dort der genügenden Sicherheit. Es sollten hierwegen jene ersten Grundlagen durch Beobachtungen über den Verlauf von neueren Rheinanschwellungen weiter gefestigt und soweit erforderlich berichtigt werden. Solches geschah zunächst durch die beiden eingehenden Darstellungen des Auftretens und Verlaufes der letzten größeren Hochwassererscheinungen im Rhein im XIX. Jahrhundert, vom März bis April 1895 und vom März 1896 im IV. und V. Hefte. Um die Vorherberechnung der Wasserstände zu erleichtern, wurden vom Zentralbureau Zahlentafeln bearbeitet, die zunächst für Cöln und Mainz und zwar für alle möglicherweise zu erwartenden Oberstrom- und Nebenflußhöhen die schließlichen Höhen im Unterstrome entweder unmittelbar enthielten oder durch ein einfaches Schaltverfahren ergaben. Ein gleichzeitig eingerichteter telegraphischer Wasserstands-Meldedienst sollte überdies in Anschwellungsperioden für genügend frühzeitige Mitteilung der Rhein- und Nebenflußhöhen sorgen. Die bei mehreren, seither noch abgelaufenen kleineren Rheinanschwellungen gewonnenen Erfahrungsresultate wurden bei der weiteren Verbesserung der Zahlentafeln jeweils verwendet. Inzwischen war das Zentralbureau in Untersuchungen eingetreten, welche dazu führen sollten, den ursächlichen Zusammenhang zwischen den physischen Verhältnissen der einzelnen Teile des Stromgebietes und dem Auftreten der Hochwasser im Rhein zu ermitteln; sie haben sich auf das größte rechtseitige und linkseitige Nebenflußgebiet erstreckt und ihre Ergebnisse sind in den beiden Monographien über das Main- und Moselgebiet (VI. und VII. Heft) niedergelegt worden. Nachdem unterdessen seit der Herausgabe des III. Heftes gegen 9 Jahre verstrichen waren und in dieser Zwischenzeit dank dem bereitwilligen Entgegenkommen der beteiligten Regierungen durch die Errichtung einer großen Zahl selbstschreibender Pegel am Rhein und den wichtigeren Nebenflüssen ein reichliches und meist genaues Beobachtungsmaterial über die Wasserstandsbewegung in den rheinischen Gewässern bei dem Zentralbureau gesammelt werden konnte, war es möglich, die früheren Untersuchungen über die Abflußerscheinungen im Rhein mit wesentlich verbesserten Beobachtungen wieder aufzunehmen und nun auch auf die mittleren und niedrigen Wasserstände auszudehnen; dies sollte in der vorliegenden Arbeit geschehen. Daneben waren insbesondere die Wirkung der Stromverhältnisse des Rheins selbst auf die verschiedenen Erscheinungen im Abflußvorgange festzustellen und schließlich auch die bisher getroffenen Einrichtungen zu einer Wasserstands-Vorherbestimmung am Rhein und die erzielten Ergebnisse darzulegen. Damit erscheint denn auch das ursprünglich für die Untersuchungen aufgestellte Programm in seinen wesentlichen Teilen als erledigt.

Karlsruhe, im Mai 1908.

Honsell.

Digitized by Google

...SITY OF ...ARIES

Untersuchung der Hochwasserverhältnisse
im
Deutschen Rheingebiet.

VIII. Heft.

Der Abflußvorgang im Rhein

unter der wechselnden Wasserlieferung des Stromgebietes
und die Vorherbestimmung der Rheinstände.

Bearbeitet von

Dr. M. von Tein.

Mit einer Höhen- und Gewässerkarte des Rheingebietes.

Digitized by Google

THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARIES

Digitized by Google

Inhalts-Übersicht.

Hierzu:

Höhen- und Gewässerkarte des Rheinstromgebietes mit Angabe der mittleren Regenverteilung für 1891—1900.

Digitized by Google

Die Wasserlieferung der Hochgebirgs- und Mittelgebirgsflüsse.

Hochgebirgsflüsse. Die Quellengebiete des Rheins sowie die der Aare reichen in die Schneeregion des Alpenlandes hinauf. Hier, in Höhen von 2000 bis 3000 m fallen die Niederschläge in der kälteren Jahreszeit (November bis April) fast immer in fester Form und bleiben starr gefroren liegen. Zugleich findet andauernd eine Verdichtung des Wasserdampfes der über das Hochgebirge streichenden Luft an den kalten Firnflächen statt, die zweifellos ebenfalls bedeutende Wassermassen liefert, sich indes der Messung entzieht. Für diesen Teil der Schweizer Alpen ist der Winter im allgemeinen die niederschlagsarme Jahreszeit; denn zwischen Dezember und Februar fallen nur 13 bis 14 % der Gesamtniederschlagsmenge des Jahres. In der Frostperiode hören fast alle oberirdischen Gerinne des Hochgebirges zu fließen auf; der Graubündner Rhein mit seinen Zuflüssen, die obere Aare mit der Lütschine, Kander und Saane sowie die Reuß und Linth haben dann andauernd niedrige Wasserstände, die niedrigsten gewöhnlich im Februar. Mit der steigenden Luftwärme und reichlichem Regen im Frühling geht zunächst der Schnee auf den Vorbergen ab; Quellen und Gießbäche beginnen wieder zu fließen, die Alpenflüsse sich allmählich zu heben. Zuweilen tritt der Umschlag in der Witterung unvermittelt ein und Rhein wie Aare schwellen in schroffem Anstiege von ihrem Niederstande aus schon jetzt zu größerer Höhe an.

Im Hochgebirge setzt der Abgang der Schneemassen, die indes schon im Winter durch raschere Verdunstung, und zwar auf den Höhen bei Temperaturumkehr, in den tieferen Lagen aber durch die dem Alpenlande eigentümlichen stürmischen Föhnerscheinungen stark eingezehrt sein können, gewöhnlich erst in der zweiten Hälfte des Frühlings ein; dann steigen die Gewässer, auch nachdem die Vorberge schneefrei geworden sind, ziemlich stetig weiter und erreichen den Höhepunkt meist erst gegen die Mitte des Jahres. Die Schneegrenze liegt auf der Nordseite der Alpen in der wärmeren Jahreszeit zwischen 2000 und 2500 m hoch, während die Nullisotherme im Hochsommer 3000 m noch überschreitet, so daß auch ein größerer Teil des übereisten Gebietes alljährlich dem Abschmelzen ausgesetzt wird*).

Zwischen Juni und August fällt, wie im größeren Teile des übrigen Rheingebietes, so auch im Alpenlande, die Hauptregenzeit. Der Höchstbetrag der Niederschläge — im Juli — liegt 110 mm über dem Winterminimum; er beträgt rd. 170 mm; in den drei Sommermonaten empfängt dieser Gebirgsabschnitt nahezu 37 % der ganzen Jahresmenge. Die sommerliche Verdunstung aber ist, namentlich von den höhergelegenen Gebietsteilen, wesentlich geringer als im Mittelgebirge und in der Tiefebene; auch die in den Boden versickerte und die von Pflanzen aufgenommene Menge kann bei dem Vorherrschen wenig durchlässiger Bodenbedeckung und wegen verhältnismäßig geringer Bewaldung und Bebauung des Bodens nicht erheblich sein; aus diesen Gründen erreicht auch der oberirdische Abfluß im Hochsommer sein Maximum. Die meisten Gewässer der Alpen und des Alpenvorlandes — gleichviel ob sie Gletscherwasserzuflüsse aufnehmen oder nicht — zeigen daher in den Sommermonaten eine wesentliche Zunahme ihrer Wasserführung; durch die Gletscherabflüsse wird diese Erscheinung nur verschärft**). Die allgemeine Wiederabnahme der Niederschläge vom Sommer zum Herbst vollzieht sich meist unter größeren Schwankungen, hauptsächlich infolge der oft bedeutenden Regenfälle während dieser Übergangszeit. Durch die stärkeren Regenfälle erfährt auch

* Der Grindelwaldgletscher rückt als tiefstreichender im Rheingebiete bis gegen 1000 m herab vor, wo die mittlere Jahrestemperatur noch 6° C überschreitet. (Hann, Allgem. Erdkunde.)

**) Vorder- und Hinterrhein, die Aare oberhalb Brienz, die Lütschine, die Kander, die Göschener- und Maienreuß sowie die Glarner Linth führen größtenteils Schnee- und Gletscherwasser, die übrigen meist Regenwasser.

Digitized by Google

der Verlauf der Wasserstandsbewegung zeitweise eine ungewöhnliche Steigerung, die selbst zu bedrohlichen Hochständen führen kann, wenn sie noch mit der durch die Gletscherschmelze veranlaßten Welle zusammentrifft.

Für das Verhalten der Hochgebirgsflüsse im Frühling und Sommer kommen hiernach im allgemeinen nicht so sehr die im Laufe des Winters angesammelten Schneemassen als die Umstände in Betracht, unter denen ihr Abgang sich vollzieht. Rückt die Schneeschmelze mit Beginn der wärmeren Jahreszeit nur allmählich von der Ebene gegen die Vorberge und das Hochgebirge auf und verteilt sich demnach über einen größeren Zeitraum, so wird die sommerliche Anschwellung der Gewässer bei verhältnismäßig langer Dauer mäßige Grenzen nicht überschreiten; bleiben aber die Schneemassen des Winters zufolge rauher Witterung selbst auf den Vorbergen noch weit in das Frühjahr hinein liegen, werden sie unter Umständen durch Neuschnee noch erheblich vermehrt und gehen erst mit Beginn der wärmeren Jahreszeit nach raschem Witterungsumschlage — oft begleitet von Gewittererscheinungen — ab, so können Schweizer Rhein und Aare wie auch ihre großen Nebenflüsse Wasserstände von ungewöhnlicher Höhe erreichen.

Über die tatsächlichen Niederschlags- und Abflußmengen, welche im oberen Rheingebiet und im Aaregebiet in Betracht kommen, liegen einige genauere Messungsergebnisse vor; sie ermöglichen, die Wasserverteilung innerhalb jener Abschnitte des Rheingebietes annähernd zu ermitteln und so die Bedeutung der Hochgebirgsflüsse für den Gesamtwasserhaushalt klarzustellen, wenn auch wegen der verhältnismäßig geringen Zahl von Beobachtungen und der Kürze der Reihen endgültige Werte daraus derzeit noch nicht abgeleitet werden können*).

Das Quellengebiet des Schweizer Rheins bis herab zur Landquartmündung (Tardisbrücke) empfängt jährlich im Durchschnitte 5076 Millionen Kubikmeter Niederschlag, dagegen fließen im gleichen Zeitraume 4784 Millionen Kubikmeter ab; es kommen hier demnach gegen 94 % zum Abflusse. Indes ist anzunehmen, daß — wie schon angedeutet — in den höheren Gebietsteilen die Niederschlagshöhen größer sind, als durch Messung festgestellt ist und somit der verhältnismäßige Abfluß etwas kleiner wird. Der geringste Abfluß zeigt sich im Februar mit 83 Millionen, der stärkste im Juni mit 1081 Millionen Kubikmeter. Am häufigsten, nämlich an 162 Tagen, wird eine Wasserführung von 30 bis 40 cbm in der Sekunde beobachtet. Abflußmengen von 100 bis 200 cbm treten an durchschnittlich 64 Tagen im Jahre, solche von 200 bis 300 cbm an 44 Tagen auf. 300 bis 400 cbm führt der Graubündner Rhein an 27 Tagen und über 400 cbm an weiteren 29 Tagen. An der Landquartmündung entwässert der Rhein indes erst eine Einzugsfläche von 4230 qkm; aus seinem Gesamtgebiete bis zum Bodensee führt er diesem daher voraussichtlich mehr als 7 Milliarden Kubikmeter im Jahre zu.

*) Die Messungsergebnisse verdankt das Zentralbureau der gefälligen Mitteilung durch das Eidgen. Hydrometrische Bureau in Bern.

Für das ganze Einzugsgebiet des Rheins bis zu seinem Zusammenflusse mit der Aare wurde die mittlere Regenhöhe zu 1148 mm gefunden; sie ergibt eine Gesamtniederschlagsmenge von 18392 Millionen Kubikmeter. Anderseits berechnet sich die mittlere jährliche Abflußmenge des Rheins oberhalb der Aaremündung (Kadelburg) für den gleichen Zeitraum zu 12210 Millionen Kubikmeter, so daß an dieser Stelle nur mehr 66 % des Niederschlages zum Abflusse kommen. Von jedem Quadratkilometer der Einzugsfläche fließen an der Landquartmündung durchschnittlich 36 Liter in der Sekunde ab; an der Aaremündung hat sich der mittlere Abfluß auf 24 Liter ermäßigt.

Im Aaregebiet fallen jährlich bei einer mittleren Niederschlagshöhe von 1234 mm 21737 Millionen Kubikmeter. Die Abflußmenge der Aare zunächst ihrer Mündung (Döttingen) während des entsprechenden Zeitraumes wurde gefunden zu 15577 Millionen Kubikmeter; hier kommen daher gegen 72 % zum Abflusse. Die jahreszeitliche Verteilung des Abflusses zeigt einen Mindestbetrag im Januar von 710 Millionen Kubikmeter, eine Höchstmenge im Juni von 2074 Millionen Kubikmeter; vom Mai bis August fließen fast 50 %, in den sechs Monaten zwischen April und September gegen $^2/_3$ der ganzen Jahresmenge ab. Bei niedrigem Wasserstande — etwa 50 cm zu Döttingen — wurde die sekundliche Wasserlieferung der Aare zum Rhein auf rd. 150 cbm festgestellt. Früher wurde die größte sekundliche Abflußmenge zu 3400 cbm geschätzt; die Höchstmenge wird indes infolge der Juragewässerkorrektion und der künstlichen Einleitung der Aare in die Juraseen künftig 2000 Kubikmeter kaum mehr wesentlich überschreiten. Die Abflußbewegung der Aare unterhalb der Reuß-Limmatmündung hält sich gegenwärtig im allgemeinen zwischen den Grenzen von 50 und 400 cm (Döttingen); niedrigere und höhere Wasserstände sind selten. Über 100 cm in Döttingen steht die Aare an etwa 320 Tagen im Jahre, über 200 cm noch an 180 Tagen, über 250 cm an 60 Tagen, über 300 cm an 15 Tagen. Aareständе zwischen 200 und 250 cm entsprechen einer Abflußmenge von rd. 600 cbm in der Sekunde; sie können als die häufigst beobachteten betrachtet werden*).

In den oberen Abschnitten des Rheingebietes erreichen Niederschlag sowohl als Abfluß in der kälteren Jahreszeit den kleinsten, in der wärmeren den höchsten Betrag; doch kommt in der Abflußmenge der Sommermonate die Wasserzurückhaltung des Winters mit zum Ausdrucke. Zu einer genaueren Feststellung der Rolle, welche das in den Schneefeldern und Firnflächen vorübergehend aufgesammelte Wasser im Abflußvorgange des Rheins zu spielen berufen erscheint, ist demnach die Menge des alljährlich abfließenden Schmelzwassers zu bestimmen. Die Schneedecke, welche das Vorgebirge und die schweizerische Hochebene gelegentlich vorübergehend tragen, kommt für die Wasserzurückhaltung weit weniger in Betracht.

*) Nach den Beobachtungen von 1892 bis 1901.

Digitized by Google

Die Wasserlieferung aus der Schnee- und Gletscherregion zum Rhein und zur Aare kann getrennt vom Regenabflusse genauer nur da bestimmt werden, wo der Gang der Wasserstandsbewegung noch leicht erkennbar den Wechseln der Wärme folgt und Einwirkungen anderer Art, insbesondere also Abflußsteigerung durch Regenfälle, sich unschwer als solche nachweisen lassen — demnach möglichst nahe den Schnee- und Firngebieten jener Hochgebirgsflüsse selbst. Für den Graubündner Rhein liegt die Stelle etwa da, wo sich Vorder- und Hinterrhein vereinigen, für die Aare noch oberhalb ihres Einflusses in den Brienzer See. Dementsprechend wurden mit Hilfe der Wasserstandsaufzeichnungen für Reichenau und für Brienz aus den zehn Jahren 1891—1900 unter Berücksichtigung des gleichzeitigen Verlaufes der Wärme sowie der Regenfälle in den oberhalb gelegenen Gebietsabschnitten — wie aus dem beigefügten Ausschnitte der Darstellung der Wärme-, Niederschlags- und Wasserstandsbewegung für den Graubündner Rhein sowie für die obere Aare im Jahre 1892 hervorgeht — die augenscheinlich von Überregnungen herrührenden Hebungen des Wasserstandes von der übrigen Wasserstandsbewegung geschieden. Dadurch wurde die dem Abflusse des Schmelzwassers entsprechende Wasserhöhe zu Reichenau und Brienz für sich allein erhalten. Bei der Feststellung der Grenze von Regenwasser- und Schmelzwasserabfluß war zu berücksichtigen, daß in den Wintermonaten die Schnee- und Eisfelder der Höhenzone von mehr als 2000 m wenig Schmelzwasser liefern — nur die Bewegung der Eisströme und vielleicht auch die natürliche Erdwärme bringen stetig etwas von der untersten Eisschichte zum Abgange — daß die Schmelzwassermengen zu Reichenau und Brienz also jedenfalls im Februar verschwindend gering werden, ein etwa beobachteter stärkerer Abfluß daher wohl als Sickerwasserabfluß zu gelten hat; daß ferner stärkere Niederschläge im Frühjahr und Herbst, die keine Hebung des Rheins veranlassen, als Schneefälle zu betrachten sind, anderseits aber ein ungewöhnlich rasches Anschwellen der Wasserläufe in dieser Jahreszeit ohne bedeutendere Regen auf den Abgang vorher gefallener Schneemassen zurückzuführen ist, daß schließlich vom Herbste ab die Wasserstandsbewegung der Schnee- und Gletscherwasser führenden Gewässer in der Regel nicht mehr erkennbar dem Gange der Wärme folgt, weil dann ein größerer Teil der dem Abschmelzen ausgesetzten Schnee- und Eisfelder wieder über der Nullisotherme liegt. Zu den hiernach bestimmten Schmelzwasserhöhen sind die entsprechenden Abflußmengen berechnet und die 5 tägigen Mittelwerte im Durchschnitte der Jahre 1891—1900 gebildet worden.

Für die übrigen Bestandteile des Rhein- und Aaregebietes, die ebenfalls Schmelzwasser liefern, konnte die Untersuchung nicht in der gleichen Art durchgeführt werden, da die hierzu erforderlichen Wasserstands- und Abflußmengenbeobachtungen in genügender Vollständigkeit nicht verfügbar waren. Hier wurde daher unterstellt, daß der Schmelzwasserabfluß von der Flächeneinheit des bei Reichenau entwässerten Gebietes in gleicher Größe auch für das übrige Rheingebiet bis zum Bodensee und für das benachbarte Linthgebiet gelte und ebenso der verhältnismäßige Abfluß zu Brienz für das übrige Aaregebiet sowie für das Reußgebiet zutreffe. Die Schmelzwasserabflußmengen wurden innerhalb jener gleichartigen Gebietsabschnitte proportional den wasserspendenden Flächen gesetzt, was im Hinblick auf die verhältnismäßig geringe Ausdehnung und die Nachbarschaft der Gebiete zulässig erscheinen dürfte. Um den Abflußverhältnissen in der Natur möglichst zu entsprechen, wurde weiters angenommen, daß in der kälteren Jahreszeit (November bis April) der ganze über 2000 m aufragende Teil des oberen Rheingebietes schneebedeckt und als Abflußgebiet zu betrachten ist, daß sich im Laufe des Monats Mai die Schneedecke auf die eigentlichen Firnflächen zurückzieht, in den Sommermonaten Juni, Juli und August nur mehr Gletscherabfluß stattfindet und daß schließlich im September wieder eine allmähliche Ausbreitung der Schneedecke auf den winterlichen Umfang eintritt. Hierbei sind der Bestimmung des Schmelzwasserabflusses des ganzen Schweizerrheingebietes bis zum Bodensee sowie des Linthgebietes, sodann des Aaregebietes bis zur Reuß und des Reußgebietes die nachstehenden Abflußflächen zugrunde gelegt*). Es umfaßt das Abflußgebiet bei Reichenau in den Sommermonaten 152 qkm, im Mai und September rund 700, in der kälteren Jahreszeit 1260 qkm; das Abflußgebiet des Schweizer Rheins bis zum Bodensee entsprechend 260, 1240 und 2210 qkm; das Aaregebiet bis Brienz in den gleichen Zeitabschnitten 161, 250 und 330 qkm, bis zur Reuß 295, 530 und 770 qkm; das Reußgebiet 145, 410 und 680 qkm; das Limmatgebiet 45, 220 und 390 qkm. Hiernach sind die in der Zahlentafel 1, Spalte 3, 4, 6, 7, 9 und 11 zusammengestellten 5-tägigen Mittel der Schmelzwasserabflußmengen der Jahresreihe 1891 bis 1900 für Reichenau und den ganzen Schweizer Rhein, für Brienz sowie für die ganze Aare bis zur Reuß, endlich für die Reuß und die Limmat berechnet.

Der Schmelzwasserabfluß im Vorder- und Hinterrheingebiete erscheint namentlich in den Sommermonaten wesentlich bedeutender zu sein, als jener von dem höher aufragenden und stärker vergletscherten Gebirgsmassive des Finsteraarhorn, welches das Haupteinzugsgebiet der oberen Aare bildet. Die mächtigen Firnmassen des Berner Oberlandes sind dem Abschmelzen offenbar weniger zugänglich, aber darum nachhaltiger in der Wasserlieferung, als die Eisfelder im Abflußgebiete des Graubündner Rheins. Insgesamt führt, wie aus den Ergebnissen in den Spalten 4, 7, 9 und 11 der Zahlentafel folgt, der Graubündner Rhein namentlich in den Frühlingsmonaten und selbst bis zur Jahresmitte mehr Schmelzwasser ab, als die Aare; doch schon anfangs Juli ändert sich dieses Verhältnis zugunsten der Aare, die sodann namentlich im August und September wesentlich überlegen bleibt; erst gegen Ende Oktober führen Rhein und Aare wieder ziemlich gleich große

*) Nach dem Rheinstromwerke, dessen Angaben teilweise auf Grund neuerer Feststellungen des Eidgen. Hydrometrischen Bureaus in Bern berichtigt worden sind.

Digitized by Google

Mengen Schmelzwasser ab. Im Hinblicke auf die Gesamtwasserlieferung dieser großen Alpenflüsse zum Rhein sind die Schmelzwasserabflüsse der Menge nach nicht sehr bedeutend, doch ist die Verteilung dieser Abflüsse über einen verhältnismäßig langen Zeitraum und die Stetigkeit, in welcher sich der Schmelzprozeß der gewaltigen Schnee- und Firnmassen alljährlich vollzieht, von größter Wichtigkeit für den Verlauf des Wasserabflusses in den Hochgebirgsflüssen. Nach den Ergebnissen der Zahlentafel 1 berechnet sich der Gesamtabfluß von den Schneefeldern und Gletschern des schweizerischen Rheingebietes im Mittel auf jährlich 4700 Millionen Kubikmeter. Die Gesamtabflußfläche beträgt 4050 Quadratkilometer; der weitaus größere Teil dieser Flächen fällt — abgesehen von kleinen Abschnitten der Tödikette, der Säntisgruppe und der Vorarlberger Alpen — in die Niederschlagszonen zwischen 1700 und 1300 mm; sie empfangen daher durchschnittlich gegen 6 Milliarden Kubikmeter Niederschlag, wovon gegen 60 % = 3,6 Milliarden Kubikmeter in jenen Höhen in fester Form fallen und aufgespeichert bleiben; diese Schneemassen vermögen indes noch bis zu 75 % ihres eigenen Gewichtes an Regen aufzunehmen und zu binden*), so daß die oben ermittelte Schmelzwasserabflußmenge von den aufgesammelten Schneemassen auch bei der Annahme einer größeren verdunsteten Menge recht wohl gedeckt werden kann. Aus jenen obersten Abschnitten des Rheingebietes gelangen daher 4,7 von 6 Milliarden Kubikmeter als Schnee- und Gletscherwasser zum Abflusse, der Rest mit etwa 20 % fließt als Regenwasser ab oder verdunstet. Da im übrigen die Niederschlagsmenge über den Hochgebirgsgipfeln größer als die gemessene sein wird, so ist wahrscheinlich der Regenabfluß und die Verdunstungsmenge im Verhältnisse zum Schmelzwasserabflusse bedeutender anzunehmen. Die schließlich dem Rhein zugehende Menge des Schmelzwasserabflusses erfährt durch die großen Seebecken am Nordrande der Alpen noch eine nicht unwesentliche Änderung.

So sehr die Wasserzurückhaltung durch die Schneefelder und Gletscher im allgemeinen jahreszeitlichen Gange der Abflußerscheinungen der Hochgebirgsflüsse sich geltend macht, so kommt sie doch für die Entstehung und den Verlauf der nicht periodischen Anschwellungen dieser Gewässer nur wenig in Betracht. Die meisten der großen Hochwasser des Graubündner Rheins und der Aare treffen zwar in die Spätsommermonate, also in die Zeit, da die Schnee- und Gletscherschmelze in den Alpen sich dem Abschlusse nähert; die Niederschläge fallen aber um jene Zeit selbst im Hochgebirge in der Regel noch nicht in fester Form, so daß der größte Teil hiervon unter den gegebenen Verhältnissen sofort zum Abflusse gelangt. Dagegen finden die in der kühleren Jahreszeit durch Überregnung der Voralpen und der Schweizer Hochebene entstehenden Anschwellungen durch die Gewässer des Alpenlandes keine Verstärkung, da in dieser Zeit die Niederschläge im Hochgebirge nur in fester Form fallen und hier zurückgehalten werden.

*) Nach Heim, Gletscherkunde S. 85.

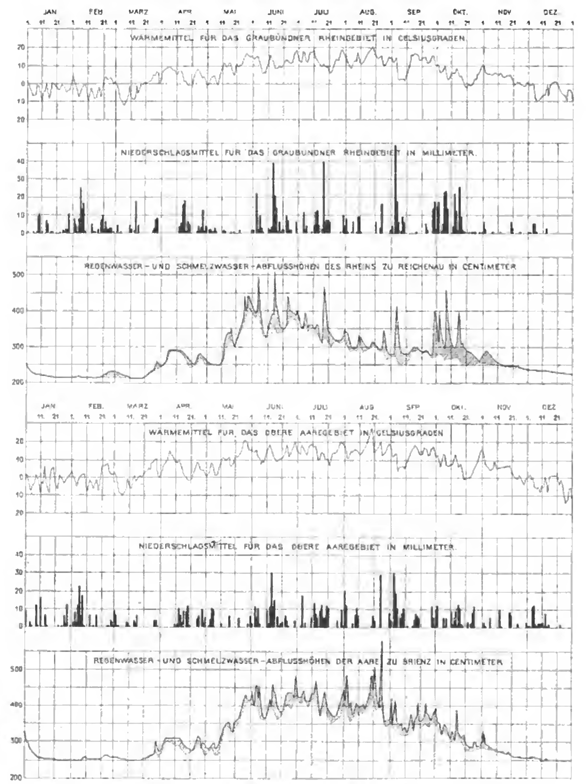
In dem Verhalten der Hochgebirgsflüsse spielen die Seen des schweizerischen Rheingebietes, unter denen namentlich der Bodensee, der Walen- und Zürichsee, der Zuger- und Vierwaldstätter See, ferner der Brienzer- und Thuner See, schließlich die drei Juraseen: der Bieler-, Neuenburger- und Murten-See in Betracht kommen, durch ihre Wasserzurückhaltung im allgemeinen, namentlich durch die Abschwächung der Hochwasserwellen eine wohl noch wichtigere ausgleichende Rolle, als die Schnee- und Firnmassen der Alpen. Nur selten sind bei den genannten Seebecken Zufluß- und Abflußmengen gleich, so daß weder Ansammlung noch Mehrabgabe stattfindet und der Seespiegel auf gleicher Höhe beharrt. Das Ansammlungsvermögen wird im allgemeinen durch die Flächenausdehnung des Seespiegels bedingt, richtet sich indes auch nach den natürlich gegebenen Grenzen für die Wasserstandsbewegung, wie insbesondere Uferhöhe und Ausflußschwelle.

Auf Grund der dem Rheinstromwerke entnommenen Größenverhältnisse der bedeutenderen Seebecken des schweizerischen Rheingebietes und des Spielraumes zwischen den seither beobachteten höchsten und tiefsten Seeständen ist zunächst die in jedem See zurückgehaltene Größtmenge, also die äußerste Leistungsfähigkeit der Seebecken bestimmt worden; doch werden diese Größtmengen kaum jemals während ein und derselben Abflußperiode erreicht, das Zurückhaltungsvermögen der Seebecken also voll ausgenützt. Insbesondere die Alpenrandseen befinden sich meist kurz vor der Zeit ihrer bedeutendsten Inanspruchnahme schon auf einem höheren Wasserstande. Die größte, seither aufgesammelte Wassermenge umfaßt bei dem Bodensee 2165 Millionen Kubikmeter, bei den Seen des Aaregebietes nach der Juragewässerkorrektion 890 Millionen Kubikmeter. Bei den letztgenannten ist das Fassungsvermögen durch künstliche Regelung ihrer Abflußverhältnisse zwischen 1870 und 1880 gegenüber den vormals hier bestandenen Verhältnissen um annähernd 600 Millionen Kubikmeter gewachsen.

Die aus den Beobachtungen von 1881—1900 abgeleitete mittlere, jährlich zurückgehaltene Wassermenge erreicht nach der Zahlentafel 2 im Bodensee 1080 Millionen Kubikmeter, bei den größeren Seen des Aaregebietes zusammen gegen 700 Millionen Kubikmeter. Die Ansammlung des Wassers findet im Bodensee durchschnittlich an 138 Tagen im Jahre, in der übrigen Zeit Wasserabgabe statt. In den Aareseen dauert die Wasserabgabe 230—250 Tage. Die mittlere sekundliche Wasserzurückhaltung erreicht daher im Rhein oberhalb der Vereinigung mit der Aare 91 cbm, die sekundliche Mehrabgabe 55 cbm; für die Aare wurden entsprechend die zurückgehaltenen Mengen zu 48 cbm, die abgegebenen zu 22 cbm festgestellt. Die tatsächliche Wasserzurückhaltung durch die Seebecken muß übrigens größer als die vorstehend ermittelte sein, da die keineswegs unbedeutende Verdunstung bei dem Bodensee allein schon — wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht — durchschnittlich 5,4 % der jeweils ausfließenden Menge erreicht. In den einzelnen Monaten hat die Verdunstung vom

Digitized by Google

WÄRMEVERTEILUNG UND MITTLERER NIEDERSCHLAG IM JAHRE 1892
IM OBEREN RHEIN- UND AAREGEBIET
SOWIE REGENWASSER- UND SCHMELZWASSER-ABFLUSSHÖHEN IM RHEIN UND IN DER AARE.



Die schraffierten Flächen bezeichnen den Anteil des Regenabflußes an der Wasserstandsbewegung des Rheins und der Aare.

Digitized by Google

Bodenseespiegel im Mittel der Jahre 1855 bis 1864*) betragen:

	Mittlere Verdunstungshöhe:	Entsprechend einer Menge von sekundlich:	Gleichzeitige Abflußmenge zu Stein	Verdunstet in Hunderttheilen der Abflußmenge:
	mm	cbm	cbm	%
im Januar . .	24	4.8	98	5
» Februar .	29	6.8	87	7
» März . .	50	10.1	96	10
» April . .	69	14.4	165	9
» Mai . . .	72	14.5	282	5
» Juni . . .	97	20.2	496	4
» Juli . . .	102	20.6	510	4
» August . .	101	20.4	420	5
» September .	69	14.4	360	4
» Oktober .	52	10.5	288	4
» November .	38	7.9	180	4
» Dezember .	27	5.4	124	4

Die Verdunstung unterliegt demnach, wie die Ausflußmenge selbst im allgemeinen einem jahreszeitlichen Wechsel; sie wird auch bei den übrigen Schweizer Seen des Rheingebietes wohl einen namhaften Betrag erreichen.

Die Berechnung der Wasserzurückhaltung der einzelnen größeren Seebecken, selbstverständlich unter Berücksichtigung der besonderen Zu- und Abflußverhältnisse eines jeden, hat ergeben, daß für je 100 cbm zufließende Menge beträgt:

	die Hebung des Seestandes in 24 Stunden	die Dauer des vollständigen Abflusses
im Bodensee (Ober- und Untersee)	von 1,6 cm	21 Tage
im Bielersee (Neuenburger- u. Murtensee)	von rund 20 cm	annähernd 4 bis 5 Tage
im Vierwaldstätter See	von 8 cm	12 Tage
im Walen-Züricher See	von 37 cm im Walensee, 0,7 cm im Züricher See	50 Tage

Am bedeutendsten gestaltet sich die verhältnismäßige Wasserzurückhaltung bei den mehrfachen Seebecken. In den großen Juraseen kommt sie gleichwohl wenig zur Geltung, weil die Aare unmittelbar nur mit dem Bielersee in Verbindung steht und erst bei höheren Seeständen durch Rückströmung nach dem Neuenburger See Wasser dahin abgibt**).

Die allmähliche Aufsammlung und langsame Wiederabgabe des Wassers hat eine je nach der Größe der Seen mehr und minder bedeutende zeitliche Verschiebung zwischen den Höhepunkten der ein- und austretenden Welle zur Folge. Der Bodensee beispielsweise steigt, auch bei bedeutendem Hochwasser und nachdem im einfließenden Rhein schon längst der Höchststand eingetreten war, oft noch eine Reihe von Tagen stetig weiter. Die den See verlassende Welle kulminiert daher oft 3 bis 5 Tage später als die einfließende. Bei dem Bielersee und den übrigen größeren Aareseen lassen sich die Zeitunterschiede noch nicht so genau feststellen; sie sind aber jedenfalls wesentlich kleiner, als bei dem Bodensee. Anderseits ist bei dem Bodensee, wie aus den genauen Wasserstandsaufzeichnungen zu Tardisbrücke und Konstanz hervorgeht, die Wirkung des verstärkten Rheinzuflusses zum See schon sehr zeitig in Konstanz zu bemerken, und zwar um so früher, je bedeutender die eintretende Welle gewesen ist. Anschwellungen des Schweizer Rheins, welche zu Tardisbrücke (Mastrils)

50 cm über N. W. erreicht haben, kommen	8	Stunden
100 » » » » » »	5	»
150 » » » » » »	3	»
200 » » » » » »	$1^1/_2$	»

nach ihrem Eintritt in den See schon in der Wasserstandsbewegung zu Konstanz als Hebung des Seespiegels zur Geltung.

Eine wichtige Aufgabe erfüllen die Alpenrandseen durch die Aufnahme der zuweilen stürmisch verlaufenden hohen Anschwellungen ihrer Hochgebirgszuflüsse, die in den weiten Seebecken sich ausbreiten müssen und als verflachte Wellen den See wieder verlassen. Der Grad der Abschwächung der Hochwasserwellen hängt sowohl von deren ursprünglicher Mächtigkeit — Höhe und Andauer — als der Größe der Seefläche und dem Seestande vor dem Eintritt der Fluterscheinung ab.

Im oberen Bodensee bewirkt bei mittleren Wasserständen eine aus dem Schweizer Rhein als Hauptzufluß eintretende Welle von 300 cm Höhe zu Tardisbrücke bei 24stündiger Dauer und bei Berücksichtigung der gleichzeitigen Abflußsteigerung zu Konstanz eine Hebung des Seespiegels um etwa 9 cm; die zurückgehaltene Menge erreicht 48 Millionen Kubikmeter. Eine Rheinwelle von 400 cm Höhe zu Tardisbrücke veranlaßt unter gleichen Verhältnissen, wie angegeben, ein Ansteigen des mittleren Seestandes um 16 cm; die im Bodensee zurückgehaltene Menge beträgt 86 Millionen Kubikmeter. Bei außerordentlichen Fluterscheinungen des Graubündner Rheins wurde indes der Seestand schon viel mehr gehoben, da dann in der Regel die übrigen zahlreichen Zuflüsse des Sees gleichzeitig größere Wassermengen geführt haben. Die bedeutendste Wirkung solcher Art ist im Verlaufe des Hochwassers vom Juni 1876 beobachtet worden. Die Ansteigung des Seespiegels vom 12. auf 13. Juni hat im Zeitraum von 24 Stunden 33 cm erreicht — entsprechend einer im See zurückgehaltenen Menge von 183 Millionen Kubikmeter, etwa dem 8. Teil der im ganzen Hochwasserjahr 1876 im Bodensee aufgesammelten Menge. Wie aus den Umständen jenes Hochwasserverlaufes von 1876 bekannt ist, war an der bedeutenden Hebung des Seestandes auch die unmittelbar auf die Seefläche gefallene Regenmenge nicht unwesentlich beteiligt.

Der mäßigende Einfluß der Wasserzurückhaltung durch die Seebecken hat jedoch meistens nur für die Gewässerstrecke unmittelbar unterhalb des Seeausflusses

*) Unter Benützung der Beobachtungen von Dr. Th. Plieninger, veröffentlicht in den Beiträgen zur klimatisch-meteorologischen Statistik Württembergs. Stuttgart 1867.

**) Bei höheren Wasserständen des Bielersees werden durch Rückströmung nach dem Neuenburger See sekundlich etwa 10 cbm dorthin abgegeben.

Digitized by Google

Bedeutung; auf den Verlauf oder die Höhenentwicklung der großen Hochwassererscheinungen des Rheins ist sie ohne wesentliche Einwirkung geblieben — ja, sie hat in den Fällen wiederholter Fluterscheinungen wegen der Verzögerung im Abflusse vorausgegangener Anschwellungen geradezu zur Erhöhung des Rheinstandes im unteren Stromlaufe beigetragen. Zur Feststellung der Wirkung der größeren Schweizer Seen auf den Verlauf der wichtigsten Rheinhochwasser wurde — unter Berücksichtigung der annähernd bekannten Zulaufzeiten — versucht, die am Tage der Scheitelbildung im Rhein zu Basel in den einzelnen Seen zurückgehaltenen Mengen zu ermitteln und die insgesamt aufgespeicherte Wassermenge in Hundertteilen des Höchstabflusses zu Basel darzustellen. Die Untersuchungsergebnisse finden sich in der Zahlentafel 3. Die Leistung der Seen erscheint überraschend gering — die Gesamtzurückhaltung übersteigt nicht 4—5% der zu Basel abgeflossenen Höchstmengen — erklärt sich aber dadurch, daß die Scheitelbildung im Rhein fast immer viel früher eintritt, als die Seen die größte Wasserzurückhaltung während des Hochwasserverlaufes erreichen. Da die Höchstwerte der zurückgehaltenen Wassermengen in den einzelnen Seebecken meistens zu verschiedenen Zeiten eingetreten sind, kommt überhaupt wohl kaum die Höchstleistung der Seen im Verlaufe eines Rheinhochwassers zur Geltung. Die Wirksamkeit der Seebecken für die unteren Stromgegenden besteht demnach weniger in einer namhaften Abschwächung des Höchststandes als des Wasserstandswechsels; die steigende und insbesondere die fallende Bewegung werden vermindert, die Dauer der Anschwellung also verlängert.

So bedeutend sich auch die Wirkung der Wasserzurückhaltung durch die größeren Seebecken des Oberrheingebietes darstellt, so wird die Wirkung doch manchmal überschätzt; nicht selten begegnet man der Anschauung, daß es möglich sein würde, durch bessere Ausnützung jenes Zurückhaltungsvermögens sogar den Gesamtabfluß des Oberrheins gleichartig zu gestalten, den Überschuß des sommerlichen Abflusses durch die Seen aufzuspeichern und in der kälteren Jahreszeit mit ihren niedrigen Rheinständen nutzbar zu machen. Da der jährliche Gesamtabfluß des Oberrheins (Waldshut), wie hier später nachgewiesen wird, durchschnittlich 27 Milliarden Kubikmeter erreicht, so berechnet sich der mittlere monatliche auf 2250 Millionen Kubikmeter; dieser Durchschnittsbetrag entspricht annähernd dem Abflusse des Rheins im April. In den Monaten Oktober bis einschließlich März fließen um 4140 Millionen Kubikmeter weniger als der Durchschnitt, vom Mai bis September um ebensoviel mehr ab. Zieht man hier nur die Wirkung des Bodensees als des größten der Seebecken in Betracht, dessen Oberfläche 44% der Gesamtfläche der Seen des Schweizer Rheingebietes ausmacht und unterstellt, daß die Seen im Verhältnis ihres Fassungsvermögens an der Wasserzurückhaltung zu beteiligen wären, was in Wirklichkeit kaum zu erreichen sein würde, so müßten durch den Bodensee allein in der Zeit seiner größten Beanspruchung rd. 1840 Millionen Kubikmeter aufgespeichert werden, die einen Aufstau des Seespiegels von 340 cm bedingen würden. Der seither zu Konstanz beobachtete Unterschied des tiefsten Standes (vom Jahre 1823 und 1836) und des höchsten (vom Jahre 1817) war 390 cm; er kommt daher jener Stauhöhe, die alljährlich im Sommer zu errreichen wäre, nahe. Der genannte Aufstau von 340 cm könnte aber sehr wohl beträchtlich überschritten werden, da gerade in die Zeit des Spätsommers bekanntlich die häufigsten und höchsten Anschwellungen des Graubündner Rheins fallen, welche — wie beispielsweise 1868 IX, 1881 IX, 1885 IX, 1888 IX, 1890 VIII, 1897 IX — den Wasserstand des Bodensees in wenigen Tagen um 100 bis 150 cm heben können. Durch die Maßregel jener Wasseraufspeicherung für einen regelmäßigen Rheinabfluß würde daher ein Zustand, der von Natur aus vielleicht ein oder das andere Mal innerhalb eines Jahrhunderts eintritt und dann stets als ein Notstand empfunden wird, zu einer fast alljährlich wiederkehrenden Erscheinung. Bei den übrigen Seen der Schweiz mit ihren meist tiefliegenden Ortschaften würden sich die Verhältnisse kaum günstiger, als am Bodensee gestalten, und für die großen Juraseen des Aaregebietes wäre die mit bedeutenden Kosten erst vor zwei Jahrzehnten erreichte Wirkung der Tieferlegung der Hochwasserstände wieder vollständig aufgehoben. Schon die gegebenen Andeutungen dürften genügen, um zu zeigen, daß die Frage einer gesteigerten Ausnützung der Wasserzurückhaltung der Seen des Oberrheingebietes zur Erzielung einer mehr gleichmäßigen Wasserführung des Rheins keineswegs einfacher Art ist und jedenfalls nicht allein vom Standpunkte der Verbesserung der Rheinwasserführung betrachtet werden darf.

Außer der fast alljährlich in der wärmeren Jahreszeit eintretenden allgemeinen Steigerung in der Wasserführung der Hochgebirgsflüsse, ihrer regelmäßigen Sommeranschwellung, kommen hier die Beharrungsstände im Abflusse und namentlich die nicht periodischen und meist kurzdauernden Anschwellungen wesentlich in Betracht.

Im Winter und noch weit in das Frühjahr hinein beharren, wie schon bemerkt, die Zuflüsse des Rheins aus dem Hochgebirge auf verhältnismäßig niedrigem Stande. Der äußerst geringe Abfluß von den Firnflächen, sowie der Umstand, daß die Niederschläge hier fast nur in fester Form fallen und etwa niedergehende Regen von der meist mächtigen Schneelage aufgenommen und gebunden werden können, verhindern den Eintritt höherer Wasserstände in dieser Zeit. Der Rhein zu Reichenau führt dann oft viele Wochen hindurch sekundlich 35 bis 40 cbm Wasser, die aber wohl hauptsächlich dem Sickerwasserzuflusse aus den Talweiten des Vorderrheins, der unteren Albula und des Domleschg zugeschrieben werden dürfen und hält sich auf einer mittleren Höhe von etwa 215—220 cm zu Reichenau, welcher eine Höhe von 125 cm an der Tardisbrücke*) entspricht. In der wärmeren Jahreszeit, während welcher der Graubündner Rhein fast immer einen höheren Wasserstand

*) Die Sohle des Graubündner Rheins ist in einer andauernden Umbildung begriffen, so daß die angegebenen Höhenverhältnisse nur für den Zustand des Flußbettes um das Jahr 1900 genauer zutreffend sind.

Digitized by Google

einnimmt, werden Beharrungszustände im Abflusse von längerer Dauer kaum bemerkt. Die häufigen und oft bedeutenden Niederschläge in dieser Jahreszeit und die lebhafte Bewegung der dem Rhein hier zufließenden Gewässer, welche infolge des schwer durchlässigen Bodens auch schon für geringere Regenfälle empfindlich sind, lassen eine stetige Bewegung nur selten zustande kommen. Erst durch die ausgleichende Wirkung des Bodenseebeckens erfahren diese Wechsel in der Abflußbewegung des Schweizer Rheins eine so erhebliche Abschwächung, daß bei Konstanz nur die bedeutenderen Rheinwellen eine erkennbare Hebung des Seespiegels bewirken können und in dem Rheinlaufe unterhalb Stein auch in den Sommermonaten oft längere Zeit ein gleichbleibender Abfluß bemerkt wird. Die Thurgaugewässer — insbesondere die Thur — veranlassen in der Wasserführung des Rheins sodann aufs neue größere Schwankungen.

Bei der Aare, der Reuß und Limmat sind die Umstände für die Entstehung und Erhaltung von Beharrungszuständen im Abflusse im allgemeinen ähnlich, wie bei dem Schweizer Rhein, wiewohl die Seebecken, welche hier mit zur Geltung kommen, teilweise künstlich geregelten Ausfluß besitzen, wodurch die Entstehung von andauernd gleichgroßen Abflußmengen nicht mehr allein von jahreszeitlichen Einflüssen abhängt. Immerhin sind sowohl bei der Aare, als der Reuß und Limmat langedauernde Beharrungsstände vorzugsweise bei verhältnismäßig geringen Abflußmengen zu beobachten. Als solche kommen aus dem jüngsten Zeitraum in Betracht die niedrigen Wasserstände der oberen Aare, beobachtet zu Bern 1880 II, 1881 XII, 1894 I, 1895 II, 1897 I und der unteren Aare, beobachtet zu Döttingen 1889 I, 1891 II, 1895 I, 1897 XI, 1899 XII, 1900 XII, 1901 II; sie gehören demnach sämtlich der kälteren Jahreszeit an.

Bei der Nachbarschaft und der verhältnismäßig geringen Ausdehnung der Gebiete treten Anschwellungen im Schweizer Rhein wie in der Aare, der Reuß und Limmat fast immer gleichzeitig auf, wenn auch die Stärke der Anschwellungen je nach der Niederschlagsverteilung wechselnd sein kann; dies gilt jedoch nur von gewöhnlichen Anschwellungen. Von hohen Flutwellen erscheint im allgemeinen der Rhein häufiger betroffen, als die Aare, was mit der ausgedehnteren Vergletscherung im Einzugsgebiet der letzteren zusammenhängen dürfte. Die Anschwellungen fallen wohl ausschließlich in die Sommermonate Juni bis September, wann, wie schon erwähnt, die hier in Betracht kommenden Gewässer wegen der regelmäßigen Sommeranschwellung ohnehin einen höheren Wasserstand einnehmen, jede stärkere Überregnung demnach alsbald auch einen bedeutend vermehrten Abfluß bewirkt.

Als wichtigere Anschwellungen des Graubündner Rheins aus der neueren Zeit werden jene vom September 1868, Juli 1874, Juni 1876, Juli 1877, August 1878, Juni 1879, September 1881, Juli 1883, September 1885, September 1888, August 1890, Juli 1891 und September 1897 bezeichnet. Die sekundlichen Höchstmengen, welche der Rhein im Verlaufe derselben abgeführt hat, bewegen sich annähernd zwischen 1500 cbm (1891) und 2300 cbm (1885); im September 1868 hat dagegen die Höchstmenge 3000 cbm wahrscheinlich überschritten. Die Anschwellungen treten im Graubündner Rhein fast immer am gleichen Tage auf, wann die starke Überregnung beginnt; sie verlaufen ungemein lebhaft, so daß der bedeutende Abfluß nur verhältnismäßig kurze Zeit, oft nur wenige Stunden, andauert. Indes folgen erfahrungsgemäß in der Regel mehrere Anschwellungen in kleinen Zwischenräumen.

Die Hochwasserwellen legen den rund 90 km langen Weg von Reichenau bis zum Bodensee in etwa 10 Stunden, von der Landquartmündung bis dahin in ungefähr 6 Stunden — durchschnittlich 9 km in der Stunde — zurück. In der untersten Flußstrecke des Rheins, oberhalb seiner Mündung in den Bodensee haben fast alle Anschwellungen der neueren Zeit durch Aufschüttung der Flußsohle — die sich seit 1817 streckenweise um mehrere Meter gehoben hat, bedeutende Höhen erreicht; anderseits haben gleichzeitige ausgedehnte Überflutungen des unteren Rheintales infolge von Deichbrüchen — das Überschwemmungsgebiet ist bei Sargans 3 km, bei Hohenems 6 km breit — nicht unwesentlich zur Minderung der Wellenhöhe in dieser Flußstrecke beigetragen; so war die Wasserhöhe am Zusammenfluß von Vorder- und Hinterrhein im September 1868 220 cm größer als im Juni 1876; am Pegel zu Au-Monstein erreichte der Rhein dagegen während jenes Junihochwassers einen um 45 cm höheren Stand als 1868. Die bekannt höchsten Anschwellungen haben sich hier fast 5 m über die bekannt niedrigsten Wasserstände erhoben.

Die Hochwasserwellen des Schweizer Rheins erleiden, wie aus der beigegebenen Darstellung hervorgeht, im Bodensee eine so erhebliche Abschwächung, daß selbst die bedeutendsten der seither aufgetretenen Fluterscheinungen das Seebecken als durchaus mäßige Anschwellungen wieder verlassen haben. Der dem Höchstanstiege des Sees entsprechende Höchstabfluß hat 1100 cbm in der Sekunde nicht überstiegen; während die einfließende Welle aber meistens nur wenige Stunden auf hohem Stande verbleibt, dauert der Höchstabfluß wesentlich längere Zeit an. Durch die linkseitigen Zuflüsse zwischen dem Bodensee und der Aaremündung und die in der Wutach sich sammelnden Abflüsse vom südlichen Schwarzwald kann indes unabhängig von den gleichzeitigen Bodenseeständen ein Hochwasser im Rhein veranlaßt werden; denn diese Flüsse führen, durch plötzliche Schneeabgänge oder starke Regengüsse angeschwollen, für sich dem Rhein schon größere Mengen zu, als sie aus dem Bodensee seither nur äußersten Falles abgeflossen sind. Die Anschwellungen der genannten Gewässer treten überdies naturgemäß viel schroffer als jene des Seeausflusses auf und sie begegnen sich, wie die Beobachtungen einer Reihe solcher Hochwassererscheinungen bestätigen, nicht selten mit ihren Höchsterhebungen.

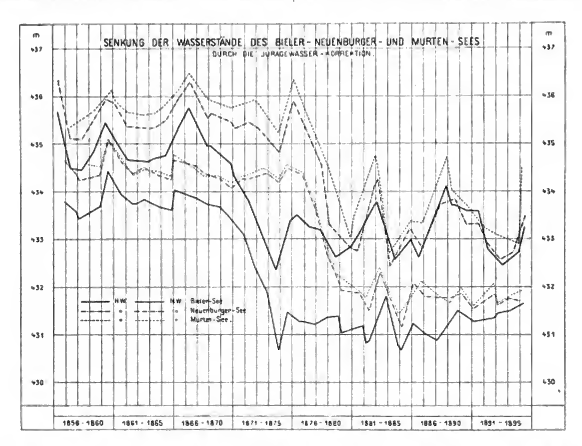
Digitized by Google

Die bemerkenswerteren Anschwellungen des Rheins zwischen Bodensee und Aaremündung, wie jene von

1852 IX. 18. mit 516 cm		zu Kadelburg.
1876 VI. 12. » 540 »		
1881 IX. 2. » 510 »		
1888 IX. 3. » 495 »		
1890 IX. 2. » 481 »		

gehen sämtlich mit bedeutenden Hochwassererscheinungen der Thur und der Wutach einher; der gleichzeitige verstärkte Seeausfluß begünstigt natürlich die Bildung großer Hochstände, ohne sie unmittelbar zu veranlassen. Die Scheitelbildung im Rhein zu Kadelburg wird meist alsbald oder doch nur einen Tag nach jener des Schweizer Rheins zu Au-Monstein beobachtet, also mehrere Tage vor dem Höhepunkte des Seestandes und der aus ihm austretenden Welle.

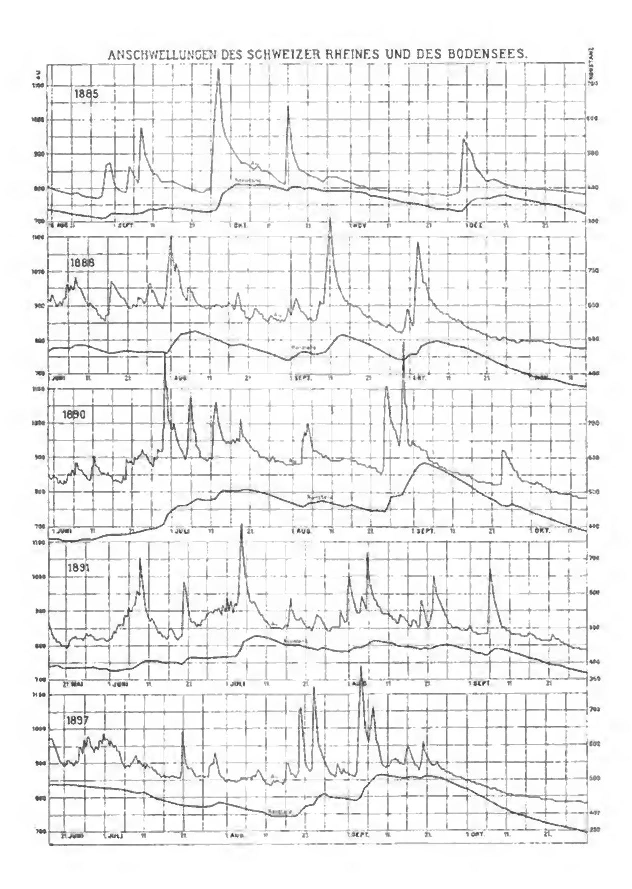
Die Anschwellungen der oberen Aare (bei Bern) verlaufen infolge der ausgleichenden Wirkung des Brienzer- und Thuner-Sees fast immer in mäßigen Grenzen; der seither beobachtete Unterschied zwischen Hoch- und Tiefstand hat gegen 250 cm erreicht; er entspricht einem Mehrabflusse bei Hochwasser von etwa 400 cbm in der Sekunde. Erst durch die Saane und Sense, welche vor-



wiegend Abflüsse aus den niederschlagsreichen Diablerets und aus ihrem Vorlande der Aare zuführen, wird die Bewegung schroffer und die Wasserführung reichlicher — mit Schwankungen bis zu 500 cm bei Aarberg. Die Hochwasserwellen werden indes hier durch künstliche Ableitung nach den großen Juraseen aufs neue so wesentlich verflacht, daß im Unterlaufe der Aare nur in seltenen Fällen — bei gleichzeitiger bedeutender Wasserführung der Abflüsse des Alpenvorlandes und der Schweizer Hochebene, namentlich der Großen Emme — nochmals bemerkenswerte Hochstände entstehen können.

Für die Wasserstandsverhältnisse der Aare im allgemeinen und zumal für den Vergleich früherer und neuerer Anschwellungserscheinungen dieses Flusses wichtig sind hierwegen die künstlichen Eingriffe in die natürlichen Abflußzustände, die um die Mitte der 1870er Jahre zum Abschlusse gekommen und unter der Bezeichnung »Juragewässerkorrektion« bekannt sind: die Einleitung der Aare in den Bieler See, die Mitbenützung des Neuenburger Sees zur Hochwasserzurückhaltung und die Regelung des Abflusses der beiden genannten Seebecken und des Murtensees nach der unteren Aare. Die früher so häufigen und wegen der wachsenden Aufschüttung des Flußbettes immer bedrohlicher werdenden Anschwellungen der Aare haben eine so starke Abschwächung erfahren, daß große Hochwassererscheinungen nun zu den Seltenheiten zählen und seit 1881 überhaupt nicht mehr eingetreten sind. Die Senkung der Höchst- und Tiefststände

Digitized by Google



Digitized by Google

der drei Seen lassen sich aus der vorausgehenden Abbildung ersehen*).

In der unteren Aare (am Pegel zu Döttingen) sind bemerkenswerte Anschwellungen im Laufe der neueren Zeit beobachtet:

1852	IX.	18.	470 cm	1888	X.	4.	375 cm
1874	VII.	31.	405 »	1896	III.	10.	395 »
1876	VI.	12.	450 »	1896	VIII.	13.	370 »
1878	VI.	5.	420 »	1897	IX.	7.	392 »
1881	IX.	2.	444 »	1901	IV.	10.	400 »

Die meisten treffen zeitlich mit solchen des Schweizer Rheins zusammen; es sind mit wenigen Ausnahmen Anschwellungen aus der wärmeren Jahreszeit.

Die Zulaufzeiten der Hochwasserwellen der oberen Aare von Bern bis zur Mündung erreichen durchschnittlich gegen 10 Stunden; die Scheitelbildung im Unterlaufe des Flusses wird aber in den meisten Fällen durch die schon 6 Stunden früher hier eintreffenden Wellen aus der Reuß und Limmat und zuweilen durch jene der Großen Emme bedingt. Hierwegen tritt der Höhepunkt der Flutbewegung in der Aare bei Döttingen, ungeachtet aller verzögernden Umstände, fast gleichzeitig mit jener des Rheins bei Kadelburg ein.

Das Stärkeverhältnis der beiden großen Hochgebirgsflüsse kann in jedem einzelnen Falle mit Hilfe der nachstehend für je einen Centimeter Wasserstandszunahme ermittelten Vergrößerung der Abflußmenge gefunden werden. Da die Zunahme natürlich selbst wieder mit dem Wasserstande wächst, so sind die Beträge für entsprechende Höhenstufen abgeleitet. Es erreicht:

im Rhein zu Kadelburg		in der Aare zu Döttingen	
zw. 110—150 cm die Zunahme	2 cbm,	zw. 100—120 cm d. Z.	2 cbm
» 151—180 » » »	2,5 »	» 121—140 » » »	2,5 »
» 181—220 » » »	3 »	» 141—160 » » »	3 »
» 221—250 » » »	3,5 »	» 161—180 » » »	3,5 »
» 251—280 » » »	4 »	» 181—215 » » »	4 »
» 281—330 » »	4,5 »	» 216—245 » » »	4,5 »
» 331—370 » » »	5 »	» 246—290 » »	5 »
» 371—410 » »	5,5 »	» 291—330 » » »	5,5 »
» 411—450 » » »	6 »	» 331—370 » » »	6 »
» 451—490 » » »	6,5 »	» 371—410 » » »	6,5 »
» 491—530 » » »	7 »	» 411—450 » » »	7 »

Hieraus läßt sich gegebenen Falles feststellen, welche Wirkung das Steigen des einen und das gleichzeitige Fallen des anderen Gewässers oder die gleichartige Bewegung der beiden auf die Abflußmenge und damit auf den Wasserstand an ihrer Vereinigungsstelle ausüben muß.

Mittelgebirgsflüsse. Nach der Vereinigung von Rhein und Aare bei Waldshut fließen dem Rhein in wachsendem Maße Gewässer zu, deren Einzugsgebiete Abflußbedingungen unterliegen, die von jenen des Hochgebirges oder der diesem vorgelagerten Vorberge und Hochebenen wesentlich verschieden sind. Anfänglich sind es freilich — zunächst infolge der Einschnürung des Stromgebietes zwischen den Quellen der Donau und des nach der Rhone abströmenden Doubs und dann wegen der verhältnismäßig nahe der Rinne des Rheins auf den beiderseitigen Randgebirgen der oberrheinischen Tiefebene verlaufenden Wasserscheiden gegen Neckar und Mosel — nur kleine Gewässer, namentlich von den Süd- und Westabhängen des Schwarzwaldes und dem Ostabhange der Vogesen, wobei die Zuflüsse auf der linken Stromseite, größtenteils durch die Ill gesammelt, dem Rhein zugeführt werden; doch gleicht hier der ungewöhnliche Wasserreichtum, insbesondere der rechtsseitigen Gebietsabschnitte, die geringe Flächenzunahme teilweise aus. Unweit des Nordendes vom Schwarzwald mündet sodann der Neckar, als erster größerer Mittelgebirgsfluß; er reicht mit seinen Quellgebieten wieder weit nach Süden, nahe an das Alpenvorland heran. In verhältnismäßig schneller Folge ergießen sich hierauf die bedeutenden Nebenflüsse Main, Nahe, Lahn und Mosel in den Rhein, diesem die Abflüsse der weitläufigen Gebirgslandschaften zwischen dem Fichtelgebirge und Frankenjura im Osten und dem lothringischen Stufenlande sowie den Ardennen im Westen zuführend. Auch unterhalb der Mosel empfängt der Rhein noch einige größere Gewässer, wie namentlich die Sieg und die Ruhr aus den Mittelgebirgen; die Lippe gehört schon dem niederdeutschen Tieflande an.

Die Hauptregenzeit fällt in den Mittelgebirgslandschaften entweder wie in den Alpen in die Sommermonate Juni bis August oder die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge zeigt, namentlich in den schon vom Seeklima beeinflußten Gebietsteilen, mehrere Maxima mit einem Höchstbetrage im Oktober, gegen den das sommerliche Maximum aber meist nicht viel zurückbleibt; auch steht, wie aus der beigegebenen Übersichtskarte der Niederschlagsverteilung im Rheingebiete hervorgeht, die Regenmenge in einzelnen Abschnitten — besonders auf der Westseite der Vogesen und des Schwarzwaldes — jener der Alpenlandschaften kaum nach. Allein von den oft massenhaften Niederschlägen geht in der wärmeren Jahreszeit ein erheblicher Teil wieder unmittelbar oder durch Vermittlung der Pflanzen an die Lufthülle zurück, ein anderer Teil dringt in den Boden ein und gelangt meist viel später durch Grundwasser und Quellen nach den offenen Gerinnen, wird auch dauernd im Boden gebunden, so daß für den oberirdischen Abfluß, namentlich im Hochsommer, nur ein verhältnismäßig geringer Betrag erübrigt. Hierwegen treffen in den genannten Gebieten gerade in die Periode bedeutender Regenfälle mäßige Abflußmengen, in die kühlere Jahreszeit mit ihren meist geringen Niederschlägen aber höhere Wasserstände, insbesondere bei teilweisem oder völligem Schneeabgang. In den Mittelgebirgslandschaften findet der Schneeabgang gewöhnlich im Vorfrühling statt, zumeist begleitet von warmen Regen bei andauernden westlichen oder südwestlichen Winden; er veranlaßt die fast regelmäßig wiederkehrenden rasch verlaufenden Frühjahrsanschwellungen. Auch während des Winters geht der Schnee — oft wiederholt — teilweise oder völlig ab. Hiedurch, sowie wegen der in der kühleren Jahreszeit geringen Verdunstung, wegen des zuweilen ge-

*) Unter Benützung der »Hauptergebnisse der Schweizerischen hydrometrischen Beobachtungen für das Jahr 1890. Bern 1897« zusammengestellt.

Digitized by Google

frorenen Bodens und der unbedeutenden Wasseraufnahme durch die Pflanzen führen selbst nicht erhebliche Regenfälle Anschwellungen herbei, wodurch die Gewässer des Mittelgebirgs eine unruhige Bewegung und einen im allgemeinen höheren Wasserstand einnehmen zu einer Zeit, in der sich die Abflüsse der Hochgebirgsgebiete fast andauernd im Beharrungszustande befinden.

Einer der niederschlagsreichsten Abschnitte des außeralpinen Rheingebietes ist das Einzugsgebiet der Schwarzwald-Vogesenflüsse. Gemeint sind hier in der Hauptsache nur jene Gewässer, die vom Süd- und Westabhange des Schwarzwaldes und vom Ostabhange der Vogesen sowie von den nördlichen Ausläufern dieser Gebirge dem Rhein zufließen. In dem umschriebenen Gebiete trifft die Hauptregenzeit in den Juni oder Juli; größere Regenmengen fallen im März und Oktober, wobei diese an das Hauptmaximum heranreichen können. In den Vogesen wie in den höheren Lagen des Schwarzwaldes bleiben fast überall die Sommerregen hinter den Niederschlagsmengen des Frühjahrs und Herbstes zurück. Als mittlere Niederschlagshöhen haben sich aus den Beobachtungen von 40 Stationen des ganzen betrachteten Gebietes ergeben:

im Januar . .	85 mm	im Juli . . .	128 mm
» Februar . .	85 »	» August . .	84 »
» März . .	93 »	» September .	98 »
» April . . .	91 »	» Oktober . .	118 »
» Mai . . .	89 »	» November .	75 »
» Juni . . .	112 »	» Dezember .	111 »

Die täglichen Regenhöhen können gegen 100 mm erreichen; in außerordentlichen Fällen, wie 1896 III weit mehr, wenn auch auf enger umgrenzter Fläche. In den drei Tagen stärkster Überregnung, am 7., 8. und 9. März 1896 sind in den hochgelegenen Quellgebieten der Wehra, Wiese und Dreisam sowie der Kinzig, Rench und Murg Regensummen von 250 mm und darüber festgestellt worden; in den Vogesen haben sie ebenfalls an einigen Stellen 200 mm überschritten. Auf den nach Westen gerichteten Seiten der oberrheinischen Randgebirge nehmen die Niederschläge von der Höhe zur Tiefe rasch ab; in der Rheinebene fallen durchschnittlich nur 50 bis 70% der Regenmenge der Hochfläche.

Die jährliche Niederschlagsmenge in den Einzugsgebieten der Schwarzwald- und der Vogesengewässer erreicht gegen 20 Milliarden Kubikmeter; hieran sind der Juli mit nahezu 11%, Oktober mit 10%, Juni und Dezember mit 9% beteiligt, während auf November etwa 6% entfallen. Entsprechend der physischen Beschaffenheit ihrer Einzugsflächen, die zu den bestbewaldeten des Rheingebietes gezählt werden, ist die Durchfeuchtung des Bodens fast immer reichlich und demnach der abfließende Teil des Niederschlages meist bedeutend; nur bei strengem Frost oder längere Zeit anhaltender hoher Wärme wird der Abfluß gering. Die abfließende Menge hat im Mittel der Jahre 1891 bis 1900 in der kälteren Jahreszeit bis zu 90% des Niederschlages erreicht, wobei übrigens wegen der beträchtlichen Schneeanhäufungen ein genauer Vergleich des Wasserzuganges und -abganges schwierig wird; im Hochsommer sind etwa 42 bis 43% der Regenmenge abgelaufen; diese Verhältniszahlen bleiben hinter den für die Zuflüsse des Rheins aus dem Alpenvorlande gefundenen kaum zurück. Wie hiernach leicht verständlich, müssen insbesondere die aus den Gebieten der Schwarzwaldgewässer dem Rhein zufließenden Wassermassen in der Regel ansehnlich sein. Da tatsächliche Messungen der Wassermengen nur für kleine und mittlere Wasserstände vorhanden sind, wurde versucht, die Wassermengen, welche dem Rhein zwischen der Aare und dem Neckar beiderseits zufließen, aus dem Unterschiede der Rheinabflußmengen von Waldshut—Basel und Basel—Mannheim herzuleiten, wobei der Grundwasserzufluß freilich nicht besonders ausgeschieden wurde. Nach dem Durchschnitte der Jahre 1891 bis 1900 haben sich dementsprechend als sekundliche Zuflußmengen zum Rhein (in abgerundeten Zahlen) ergeben:

	zwischen Waldshut und Basel	zwischen Basel und Mannheim		zwischen Waldshut und Basel	zwischen Basel und Mannheim
im Januar .	30 cbm	420 cbm	im Juli . .	90 cbm	170 cbm
» Februar .	30 »	410 »	» August .	60 »	190 »
» März . .	30 »	350 »	» September	20 »	230 »
» April . .	40 »	310 »	» Oktober .	20 »	270 »
» Mai . .	60 »	200 »	» November	10 »	300 »
» Juni . .	100 »	170 »	» Dezember .	30 »	290 »

Die Abflüsse des südlichen Schwarzwaldes nehmen hiernach noch erkennbar an dem sommerlichen Maximum der Nebenflüsse des Rheins aus der Schweiz teil, während der Abfluß von den Westabhängen des Schwarzwaldes und den Ostabhängen der Vogesen den Höchstbetrag im Januar und den kleinsten Wert im Juli erreicht, demnach sich den Abflußverhältnissen der übrigen Mittelgebirgsflüsse nähert. Bei mittleren Wasserständen führen Wiese 7 cbm, Elz und Dreisam 15 cbm, Kinzig 14 cbm, Rench 4 cbm, Murg 9 cbm, Ill 23 cbm und die Moder 7 cbm in der Sekunde.

Im Einzugsgebiete des Neckars erscheint der November als der niederschlagsärmste Monat; die größten Regenmengen fallen im Juni; die jahreszeitlichen Unterschiede sind indes nicht erheblich: auf die Wintermonate entfallen 22%, auf die Sommermonate 30% der Niederschlagsmenge des Jahres; Frühjahr und Herbst erhalten fast gleichviel. Die mittlere Niederschlagshöhe des Gebietes erreicht rd. 720 mm; ihr entspricht eine Regenmenge von etwa 12 Milliarden Kubikmeter, davon auf Juni und Juli allein 2660 Millionen treffen. Die bedeutendsten Regenfälle gehören der wärmeren Jahreszeit an; die größten innerhalb 24 Stunden gefallenen Regen haben gegen 100 mm Höhe erreicht. Die dem höheren Gebirge, namentlich der Ostabdachung des Schwarzwaldes und der Rauhen Alb zugehörigen Abschnitte des Neckargebietes sind meist stärker überregnet als das schwäbische Becken im Mittellaufe des Neckars und im Kocher-Jagst-Gebiete. Im Schwarzwalde steigen die mittleren jährlichen Regenhöhen bis gegen 1600 mm, in der Alb sowie in den Waldgebieten zwischen Kocher und Jagst auf

Digitized by Google

900 mm an; es sind dies die auch nach der Oberflächengestalt und -Beschaffenheit bemerkenswerten Bestandteile des Neckarsgebietes mit stärkstem Abflusse. Von der Gesamtniederschlagsmenge des Neckargebietes fließen bei Heidelberg im Jahresdurchschnitt 31 % ab, verhältnismäßig am meisten, fast 67 %, im Februar zur Zeit nicht bedeutender Niederschläge, am wenigsten — etwa 14 % — im Juli. Im Januar, Februar und März fließen im Mittel 59 %, im Juli, August und September nur 15 % ab; vom Juni bis Oktober bleibt die abfließende Menge unter 20 % der Niederschlagsmenge*). Im Einklange mit der hohen Abflußzahl ist auch die tatsächliche Abflußmenge im Februar am größten; sie erreicht 513 Millionen Kubikmeter; dagegen führt der Neckar am wenigsten Wasser im August (148 Millionen Kubikmeter); ein kleineres Maximum tritt im Oktober infolge der erheblichen Zunahme der Niederschläge in jenem Monate ein. Die mittlere jährliche Abflußmenge ist zu 3620 Millionen Kubikmeter ermittelt.

Die Abflußmenge des Neckars, entsprechend dem aus langjährigen Beobachtungen abgeleiteten Mittelwasser zu Diedesheim wird zu 110 cbm in der Sekunde angegeben; doch bewegt sich die Wasserführung des Flusses, selbst in seinem Unterlaufe, innerhalb ziemlich weiter Grenzen; sie geht bei niedrigen Beharrungsständen auf etwa 40 cbm herab und wird anderseits für die großen Hochwasserstände auf etwa 3000 cbm angegeben. Die für die außerordentlichen Hochwasserhöhen von 1824 X. berechnete Höchstabflußmenge von 4800 cbm ist zweifellos zu groß; sie steht mit den Abflußverhältnissen des Neckargebietes kaum mehr im Einklange.

Das Maingebiet empfängt die geringsten Niederschlagsmengen im Februar, in seinem unteren nordwestlichen Teile erst im April, die größten Regenmengen in der südlichen Hälfte im Juni, in der nördlichen im Juli. Die Monate Oktober, Dezember und März zeigen sekundäre Maxima des Niederschlages. Von der Niederschlagsmenge des Jahres fallen 20 % im Winter als geringster und 34 % im Sommer als höchster Betrag. Auf das Maingebiet oberhalb Miltenberg treffen jährlich im Mittel etwa 13,7 Milliarden Kubikmeter; die durchschnittliche Regenhöhe des Flußgebietes ist zu 660 mm ermittelt. Die stärksten Regenfälle treten fast ausschließlich im Gefolge von Gewittererscheinungen ein; als Höchstbeträge gelten, von ungewöhnlichen Verhältnissen abgesehen, 60 bis 70 mm Regenhöhe in 24 Stunden.

Von der großen Regenmenge im Juli fließen nur 13 % ab, selbst im Oktober erst 20 %; dann nimmt der Abfluß stärker zu. Zwischen Januar und März liegt die abflußreichste Zeit mit durchschnittlich 58 %; im März allein fließen 64 % der Niederschlagsmenge ab; in diesen Zeitraum fallen die großen Mainanschwellungen. Zwischen April und Mai findet rascher Rückgang der Abflußmenge statt, die im Mai nur mehr 23 % des Niederschlages beträgt.

*) Auf Grund neuer Feststellungen nach den Beobachtungen von 1891 bis einschl. 1900.

Der zu Miltenberg beobachteten größten sekundlichen Abflußmenge — Mittelwert aus 1886—1897 — im März von 244 cbm steht eine geringste von 72 cbm im August und September gegenüber; doch geht die Wasserführung des Mains bei sehr niedrigen Mainständen bis auf 50 cbm herab, erreicht bei beginnender Überflutung 850 bis 900 cbm und bei den großen Hochwassern 2500 cbm, in ganz seltenen Fällen wohl auch 3000 cbm. Die mittlere Abflußhöhe liegt im Main zu Miltenberg bei etwa 150 cm; die diesem Wasserstand entsprechende Abflußmenge erreicht 120 bis 130 cbm.

In den zur Nahe entwässernden Gebietsabschnitten fällt am meisten Regen im Juli, am wenigsten gewöhnlich im April, auch Februar und November sind als niederschlagsarm zu betrachten. Im Hunsrück steigt die Jahressumme des Niederschlages bis 900 mm, stellenweise selbst bis 1000 mm an. Der tiefer liegende nordöstliche Teil des Flußgebietes fällt in das regenarme rheinhessische Hügelland und das Mainzer Becken, in welchen die Jahresmenge unter 500 mm zurückbleibt. Die Gebiete der südwärts aus der Pfalz zufließenden Gewässer empfangen durchschnittlich 600 bis 700 mm Regen im Jahre. Die Höchstwerte des täglichen Regenfalles treffen auf die Monate Juli, August und Dezember; sie haben in Birkenfeld 60 mm überschritten.

Im jahreszeitlichen Verlaufe des Abflusses zeigt die Nahe vollkommen das Verhalten der Mittelgebirgsflüsse: niedrige Stände in der wärmeren, höhere in der kälteren Jahreshälfte; am meisten fließt im Januar ab, die Zeit der Niederstände fällt in den Hochsommer. Vom Minimum im September steigt der Wasserstand verhältnismäßig rasch an, erreicht im Februar das Höchstmaß und geht im Laufe des Frühlings wieder ziemlich schnell zurück. Der mittlere Stand liegt bei etwa 330 cm Kreuznach, der durchschnittlich niedrigste bei 280 cm, während als Hochwasserbeginn ein Wasserstand von 530 cm gilt. Die seither beobachteten Grenzen der Wasserstandsbewegung sind zwischen 251 cm als niedrigstem (1876 VIII) und 690 cm als höchstem (1882 XI) eingeschlossen; die Schwankung umfaßt hierwegen rd. 440 cm. Die Wassermengen, welche die Nahe dem Rhein zuführt, werden für die niedrigen Wasserstände auf 20 cbm, für die mittleren auf rd. 50 cbm angegeben. Die größte sekundliche Hochwassermenge soll 1260 cbm betragen haben; sie würde einem Abflusse von 0,30 cbm von jedem Quadratkilometer des Einzugsgebietes entsprechen.

Im Lahngebiete trifft von der jährlichen Gesamtmenge des Niederschlages der Höchstbetrag von etwa 12 % auf den Juli, der kleinste Wert von kaum 6 % auf April. In den Sommer- und ersten Herbstmonaten fallen gegen ²/₅ der ganzen Regenmenge des Jahres. Die bedeutendsten Niederschlagsmassen empfängt der Südosten und Nordwesten des Gebietes, wo im Taunus und Westerwald die Jahressumme bis zu 800 mm ansteigt; der größere, mittlere Teil des Gebietes erhält nicht über 650 mm. Das obere Flußtal zwischen Marburg und Gießen liegt größtenteils im Regenschatten des

Digitized by Google

Taunus und erhält nur gegen 600 mm. Die höchsten Tagesmaxima haben zu Marburg im Hochsommer rd. 50 mm erreicht.

Die jahreszeitliche Bewegung des Wasserstandes zeigt niedrige Stände zwischen Mai und Oktober mit einem Minimum im September; dann Zunahme bis zum Dezember, Maximum im Februar und rasche Abnahme vom März zum Mai. Die häufigen Sommeranschwellungen veranlassen in den Durchschnittswerten der höchsten Monatsstände und zwar in dem regenreichen Juni ein zweites Maximum, das aber wegen des geringen sommerlichen Abflusses sogar unter den entsprechenden Wasserständen des niederschlagsarmen April zurückbleibt. Der mittlere Lahnstand liegt zwischen 140 und 150 cm am Pegel zu Gießen oder Diez, der durchschnittliche Niedrigstwasserstand zwischen 70 und 80 cm, die Hochwassergrenze bei etwa 450 cm. Als niedrigste Stände gelten 58 cm Gießen (1859 VIII und 1883 IX) sowie 60 cm Diez (1874 IX), als höchste 525 cm Gießen (1879 I) und 678 cm Diez (1882 XI). Dem mittleren niedrigsten Jahresstand entspricht eine sekundliche Wasserführung der Lahn von nur etwa 8 cbm, dem Mittelwasser (140 bis 150 cm) etwa 40 cbm. Die Abflußmenge bei dem außerordentlichen Hochwasser vom März 1845 bei 711 cm Diez ist zu 750 cbm bestimmt worden; ihr würde ein gleichmäßiger sekundlicher Abfluß von 0,14 cbm von jedem Quadratkilometer des Einzugsgebietes entsprechen.

Im Moselgebiete erscheinen als regenreichste Jahreszeiten für den oberen Abschnitt der Herbst, für den mittleren und unteren der Sommer, was bei der verhältnismäßig geringen Flächenausdehnung wohl auf den Einfluß der Bodenerhebung zurückzuführen ist. Das Gesamtgebiet empfängt eine mittlere jährliche Niederschlagsmenge von 21,5 Milliarden Kubikmeter — bis Trier 18,5 Milliarden — mit 2170 Millionen Kubikmeter größter Menge im Oktober und 1150 Millionen Kubikmeter kleinster Menge im April; nur im untersten Abschnitte des Moselgebietes fällt am meisten Regen im Juli, am wenigsten im Februar und November. Abgesehen von einzelnen Hochstationen in den Vogesen übersteigt die größte tägliche Höhe des Niederschlages in den gebirgigen Teilen des Gebietes selten 100 mm, in den westlichen Abschnitten der Stufenlandschaften 50 bis 60 mm, in den östlichen 70 bis 80 mm und im rheinischen Schiefergebirge gegen 60 mm.

Der verhältnismäßige Abfluß erreicht im Moselgebiete (bis Trier) den Höchstbetrag im Januar mit 83 % der Niederschlagsmenge; er nimmt sodann anfänglich langsam, zwischen März und Mai rasch ab bis zum Mindestbetrage im Juli von 12 %. Die geringe Wasserführung dauert bis September; erst mit Herbstbeginn wächst der Abfluß wieder. Die Abflußmenge im Januar verhält sich zu jener im Juli wie 5,2 : 1. Den genannten Verhältnissen entsprechend, zeigt die Mosel in der wärmeren Jahreszeit meist niedrige Wasserstände, selten durch Anschwellungen unterbrochen, im Winter und Frühjahr vorherrschend stärkere Wasserführung, den niedrigsten Wasserstand im August, vom September bis zum Dezember rasches Steigen, das Maximum im Januar, ein wesentliches Fallen des Wasserstandes aber erst vom März an. Die Sommerhochwasser kommen in den langjährigen Mittelwerten der höchsten Wasserstände fast nicht mehr zur Geltung. Die mittlere jährliche Abflußmenge erreicht (bei Trier) 6960 Millionen Kubikmeter; davon kommt in den Wintermonaten reichlich $^1/_3$, in der Sommerzeit nahezu die Hälfte aus der Saar. Dem mittleren Wasserstande der Mosel zu Trier von 110 cm entspricht die Abflußmenge von rd. 220 cbm in der Sekunde, dem niedrigsten Stande die Menge von etwa 90 cbm; bei dem höchsten seither beobachteten eisfreien Hochwasser der Mosel sind zu Trier annähernd 4500 cbm (0,166 cbm von jedem Quadratkilometer der Einzugsfläche) abgeflossen.

Die größeren Gewässer, welche der Rhein unterhalb der Mosel noch empfängt, erhalten ihre Zuflüsse teils aus den regenreichen Abschnitten des Sauerlandes, wo die jährliche Niederschlagshöhe bis auf 1200 mm anwächst, teils aus der niederschlagsarmen Cölner Tieflandbucht und dem Becken von Münster mit 600 bis 700 mm Regenhöhe im Jahre. Von der Gesamtregenmenge treffen als Höchstbetrag 11 bis 12 % auf die Sommermonate Juni und Juli und nicht ganz 5 % auf April als Minimum. Etwa $^1/_3$ der Regenmenge des Jahres fällt im Sommer; Herbst, Winter und Frühling nehmen der Reihe nach in geringerem Maße teil; der Niederschlag im Frühjahr erreicht kaum mehr $^1/_5$ der Jahressumme. Als Höchstwerte des täglichen Regenfalles sind an einzelnen Orten 60 bis 70 mm festgestellt. Die ungewöhnlich hohen Beträge fallen meist in die wärmere Jahreszeit; während sie aber dann zu größeren Hochständen gewöhnlich nicht führen, waren sie im November 1890 Veranlassung zu außerordentlichen Fluterscheinungen in der Sieg, Ruhr und Lippe geworden.

Der jahreszeitliche Gang der mittleren Abflußbewegung zeigt ein Minimum der Wasserstände im August und September und einen Höchstbetrag im Februar; ähnlich verhalten sich auch die niedrigsten Wasserstände. Die mittleren monatlichen Höchstwerte erreichen unter dem Einflusse der nicht seltenen winterlichen Anschwellungen ihr Maximum schon im Dezember oder Januar. Die Zunahme der Wasserstände vom Herbst zum Winter erfolgt wesentlich schneller, als die Wiederabnahme im Frühjahr zu den Niederständen der wärmeren Jahreszeit. Äußerst niedrige Wasserstände sind namentlich in der Ruhr und Lippe während der Jahre 1857, 1858, 1868 und 1885 eingetreten; anderseits sind durch die schon erwähnten Hochwassererscheinungen im November 1890 die bis dahin festgestellten Höchststände übertroffen worden.

Die Wasserführung der Gewässer unterhalb der Moselmündung ist nur zeitweise belangreich. Die Sieg soll bei gewöhnlichen Hochwasserständen etwa 400 cbm, bei dem außerordentlichen Hochwasser von 1890 XI gegen 1000 cbm abgeführt haben; bei der Ruhr wird die Höchstmenge der Fluterscheinung von 1808 IV auf

Digitized by Google

1650 cbm angegeben; hier fließen durchschnittlich von dem Quadratkilometer 0,37 cbm ab.

Bei den drei bedeutendsten Mittelgebirgszuflüssen des Rheins zeigt sich, wie aus der folgenden Gegenüberstellung der Monatsabflußzahlen hervorgeht, große Übereinstimmung in dem verhältnismäßigen Abflusse. Von je 100 cbm Regenmenge sind abgelaufen*) im

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
im Neckar (zu Heidelberg)	51	67	59	42	31	20	14	15	16	19	27	30
im Main (zu Miltenberg)	51	55	64	45	23	15	13	15	17	20	30	33
in der Mosel (zu Trier)	83	73	63	41	31	17	12	15	18	25	48	53

Nur in den Wintermonaten ergeben sich größere Unterschiede. Aus dem Einzugsgebiete der Mosel fließt in der kälteren Jahreszeit wesentlich mehr ab, als aus den beiden rechtsrheinischen Gebieten, während in den Frühlings- und Sommermonaten wieder mehr gleichartige Verhältnisse bestehen. Insgesamt ist, wie der Jahresdurchschnitt ergibt, das Moselgebiet wesentlich abflußreicher, als das Neckar- und Maingebiet, da die mittlere jährliche Regenhöhe im Neckargebiete 717 mm, im Maingebiete 658 mm und im Moselgebiete 761 mm erreicht und der größeren Regenhöhe der größere verhältnismäßige Abfluß entspricht.

Bei den Mittelgebirgsflüssen werden länger dauernde Beharrungszustände im Abflusse nur bei niedrigen Wasserständen beobachtet. Die meist geringe Beständigkeit der oberirdischen Speisung und der Mangel an natürlichen Sammelbecken, welche den Abfluß regeln könnten, beschränken die Möglichkeit des Bestehens von Beharrungszuständen im Abflusse fast ausschließlich auf jene Zeiträume, innerhalb welcher die Wasserläufe aus dem Grundwasservorrate gespeist werden.

Für die Schwarzwald-Vogesenflüsse ist der Hochsommer die Zeit des beharrenden Wasserstandes. Der sekundliche Abfluß bei solchen Wasserständen erreicht:

in der Wiese 4,0 cbm
» » Elz und Dreisam 7,6 cbm
» » Kinzig 7,9 cbm
» » Rench 1,5 cbm
» » Murg 6,0 cbm
» » Ill 15,0 cbm.

Die sämtlichen Gewässer zwischen Waldshut und Maxau führen bei sehr niedrigen Wasserständen links 33 cbm, rechts 39 cbm, zusammen 72 cbm dem Rhein zu.

Im Neckar treten Beharrungszustände gewöhnlich im September und Oktober ein, zuweilen auch während der Sommermonate; sie haben in der kühleren Jahreszeit eine größere Beständigkeit und können dann eine Dauer von 3 bis 4 Monaten erreichen. Indes zeigt auch im Hochsommer und Herbst der Neckar zuweilen wochenlang annähernd gleichbleibende Höhen. Die bemerkenswertesten seither beobachteten niedrigsten Beharrungszustände waren zu Diedesheim:

1858	I	60 cm	1874	XI	54 cm
1864	XII	42 »	1882	II	68 »
1865	X	45 »	1884	VIII	55 »
1868	IX	54 »	1885	IX	56 »
1871	XII	51 »			

Der Neckar führt in solchen Fällen zu Diedesheim durchschnittlich 30 bis 35 cbm Wasser, zu welchem unter gewöhnlichen Umständen der obere Neckar gegen 40 %, die Enz 30 %, der Kocher 20 % und die Jagst rd. 10 % beisteuern. In der angegebenen Verteilung erscheint neben der Gebietsgröße vorzugsweise der Wasserreichtum der einzelnen Abschnitte; er ist bei dem oberen Neckar und bei der Enz in der Regel wesentlich bedeutender als bei dem Kocher und bei der Jagst.

Im Main treten beharrende Wasserstände auf, sobald der oberirdische Abfluß eingeschränkt ist, die meisten der kleinen Gerinne mit sehr wechselndem Abfluße trocken liegen und der Fluß vorwiegend aus dem Grundwasser seines Einzugsgebietes gespeist wird. Der Main steht dann in seinem oberen Laufe auf etwa 20 cm Höhe zu Lichtenfels, im unteren auf 80 bis 90 cm zu Miltenberg, während die Regnitz 20 bis 25 cm zu Bamberg aufweist. Die Unterhaltung eines solchen Beharrungszustandes im Abflusse erfordert in der wärmeren Jahreszeit täglich 2 bis 2,5 mm, im Winter nicht viel mehr als 1 mm Regen; es findet dann ein regelmäßiger Ausgleich von Wasserzugang und Wasserabgang statt. Derart niedrige Beharrungszustände treten im Main fast in jedem Jahre, zuweilen sogar mehrmals in einem Jahre, am häufigsten im Hochsommer Juli und August ein, nicht selten auch in der kühlen Jahreszeit Januar und Februar, dann aber in der Regel nur, wenn der oberirdische Abfluß durch Frostwetter größerenteils aufgehoben ist. Eine ungewöhnliche Häufung sehr niedriger Beharrungsstände zeigen insbesondere die beiden Jahrzehnte zwischen 1850 und 1860 sowie 1890 und 1900. Die Wassermengen, welche der Main bei den niedrigen Beharrungsständen zum Rhein liefert, betragen oft wochenlang nur 40 bis 50 cbm.

In der Nahe bestehen beharrende Wasserstände gewöhnlich zwischen Juli und Oktober; sie halten sich meistens in den Grenzen von 250 cm Höhe zu Kreuznach in den wärmeren und 280 cm in den kühleren Monaten; solche von größerer Höhe als 290 cm sind seither nicht beobachtet. Im allgemeinen führt die Nahe dem Rhein während der Beharrungsstände kaum mehr als 18—20 cbm Wasser zu.

Bei der Lahn treten Beharrungszustände im Abflusse von längerer Dauer ähnlich wie bei dem Main vorwiegend im Spätsommer und Herbst ein. In der oberen Lahn zu Gießen sind 60 cm in der wärmeren, 65—70 cm in der

*) Für das Neckargebiet auf Grund neuer Feststellungen mit Hilfe der 10jährigen Beobachtungen von 1891 bis 1900; für das Main- und Moselgebiet nach den Untersuchungsergebnissen im VI. und VII. Hefte der gegenwärtigen Veröffentlichungen.

Digitized by Google

kälteren Jahreszeit, in der unteren Lahnstrecke bei Diez 60–65 cm in der wärmeren und 80–90 cm in der kälteren Jahreszeit als ein Abflußzustand zu beobachten, der sich längere Zeit erhalten kann. Die entsprechenden Abflußmengen erreichen nach den neueren Messungen — unterhalb Diez — zwischen 12 und 20 cbm in der Sekunde.

Gleichbleibender Abfluß von längerer Dauer kann auch in der Mosel nur bei verhältnismäßig geringen Wassermengen, die bei Trier zwischen 60 und 80 cbm in der Sekunde sich bewegen, bestehen. Die Höhe des durch seine Stetigkeit deutlich gekennzeichneten Niederstandes, nämlich 30 bis 40 cm Trier in der wärmeren und rd. 80 cm in der kühleren Jahreszeit, hängt hierbei von dem augenblicklichen Wasservorrate des Bodens ab, der im Winter und Frühjahr bedeutender als im Sommer und Herbste ist. Von den Beharrungsständen in der Mosel treffen 91 % auf die wärmere Jahreshälfte Mai bis Oktober, wiewohl in diesen Zeitabschnitt gerade die größten Regenmengen fallen; solche Beharrungsstände können mehrere Wochen bestehen; sie werden im Winter schon durch eine mittlere tägliche Regenhöhe von 1 mm, im Sommer von 2–3 mm unterhalten.

Die Nebenflüsse des Rheins nach seinem Eintritt in das Tiefland zeigen in den Sommer- und Herbstmonaten, dann aber oft viele Wochen lang, beharrende Wasserstände bei geringen Abflußmengen, welche in der Sieg nicht über 10 cbm betragen, in der Ruhr gewöhnlich zwischen 15 und 25 cbm und in der Lippe zwischen 10 und 15 cbm schwanken.

Die größeren, nicht periodischen Anschwellungen in den Nebenflüssen des Rheins aus den Mittelgebirgen entstehen fast immer infolge von raschem, durch warme Regen beschleunigten Schneeabgang über gefrorenem oder stark durchtränktem Boden, selten durch längere Zeit andauernde bedeutende Regenfälle, die aber nur ausnahmsweise ein größeres Gebiet gleichzeitig betreffen. Gleichwohl haben, wie die Entstehung der ungeheueren Flutwellen im Neckar und in der Mosel von 1824 X–XI beweisen, auch gewaltige Regenfälle ohne bemerkenswerten Schneeabgang, wenn sie in der kühleren, also abflußreicheren Jahreszeit aufgetreten sind, zu außergewöhnlich hohen Wasserständen geführt. Im Neckar treffen noch etwa $^1/_3$ aller größeren Anschwellungen auf die wärmere Jahreshälfte; in den nördlicher und westlicher liegenden Gebieten werden mit der Annäherung an die See die Anschwellungen im Sommer immer seltener; in den Nebenflüssen des Rheins aus dem niederdeutschen Tieflande kommen nur mehr Winterhochwasser vor. Der verhältnismäßige Abfluß im Verlaufe der Anschwellungserscheinungen ist natürlich äußerst wechselnd, nimmt, wie leicht erklärlich, mit dem Anwachsen der Stärke der Überregnung selbst zu, so daß, da dann auch die Luft meist sehr feucht und die Verdunstung gering wird, bei längerdauernder starker Überregnung nahezu die Gesamtregenmenge oberirdisch abfließt.

In den Nebenflüssen des Rheins aus dem Schwarzwald und den Vogesen entstehen Anschwellungen meist infolge der fast regelmäßigen Spätjahrsregen; sie sind jedoch selten belangreich; größere Hochwassererscheinungen treten gewöhnlich nur dann auf, wenn — wie in den Jahren 1833–34, 1836, 1849, 1850, 1862, 1867, 1877, 1882 — über gesättigtem oder hartgefrorenem Boden bei plötzlich einfallendem Tauwetter mit stärkerem, anhaltenden Regen eine namhafte Schneelage abgeht, ausnahmsweise auch, wie 1896, durch 3 bis 4 Tage andauernde, äußerst starke Überregnung.

Das Steigen beginnt bei der geringen Durchlässigkeit des Gebietes und der ansehnlichen Geländeneigung gewöhnlich bald nach Regenanfang; im Sommer dagegen oder bei mächtiger Schneelage können die ersten, selbst ausgiebigen Regenfälle ohne namhafte Wirkung auf den Abfluß bleiben. Der Verlauf der Anschwellungen ist meistens außerordentlich rasch; der höchste Stand tritt im Unterlaufe der Flüsse innerhalb der ersten 24 Stunden des Ansteigens, selten schon nach wenigen Stunden oder später als nach zwei Tagen ein. Bemerkenswert sind in dieser Hinsicht insbesondere die Abflußverhältnisse bei der Rench, wo die oft sehr ausgiebigen Regenfälle im Ursprungsgebiete (Kniebis) schon nach wenigen Stunden raschen Anschwellens einen Hochwasserstand veranlassen können. Bei der Ill tritt der Hochstand gewöhnlich erst 2 bis $2^1/_2$ Tage nach Beginn des Steigens in Straßburg ein; da die ungemein lebhaften Anschwellungen der Breusch bis dahin meistens abgelaufen sind, erreichen die Illhochwasser selten schädliche Höhen. Überdies werden schon bei Erstein gegen 200 cbm der Hochwassermenge durch den Kraftkanal dem Rhein zugeführt.

Als bedeutendste Hochwasser der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts erscheinen fast ausnahmslos nur solche aus der kühleren Jahreszeit — namentlich aus den Monaten Dezember bis März. Die dabei bisher bekannt gewordenen größten Abflußmengen werden in runden Zahlen angegeben[*]):

bei der	Wiese	zu	500	cbm	
» »	Elz	»	550	»	
» »	Dreisam	»	260	»	
» »	Kinzig	»	1200	»	
» »	Rench	»	300	»	
» »	Murg	»	700	»	
» »	Ill	»	450	»	(oberhalb des Ill-Hochwasserkanales).

Die genannten Höchstmengen sind jedoch bisher keineswegs gleichzeitig zur Geltung gekommen — selbst nicht 1896 III, als in den meisten der Schwarzwaldflüsse der bis dahin bekannte Höchstabfluß überschritten worden ist; namentlich bei den Anschwellungen der wärmeren Jahreszeit bleiben die Höchstabflußmengen gewöhnlich wesentlich hinter den angegebenen zurück.

Der Rückgang der Anschwellungserscheinungen geht rasch von statten, so daß die Hochwasserdauer an einer

*) Beiträge zur Hydrographie des Gr. Baden. VIII. Heft. Karlsruhe 1893.

Digitized by Google

Stelle des unteren Laufes nur 1 bis 4 Tage, längs des ganzen Flußlaufes selten über 8 Tage umfaßt. Insbesondere in der Kinzig treten die Anschwellungen nicht immer im ganzen Flusse gleichzeitig und mit gleicher Stärke auf.

Die Zulaufzeiten der Schwarzwald-Vogesenflüsse können nach den genaueren Aufzeichnungen, welche seit 1886 über deren Verlauf gesammelt worden sind, für die Flußstrecken zwischen den angegebenen Beobachtungsstellen und der Mündung in den Rhein angenommen werden:

bei der Kinzig	zwischen Schwaibach	und der Mündung	6—12 Stunden
» » Ill	» Kogenheim	» » »	12—30 »
» » Murg	» Weisenbach	» » »	6 »

Im allgemeinen trifft bei annähernd gleichzeitig erfolgtem Anstoße zur Anschwellungsbewegung der Wellenscheitel der Wiese 2 bis 3 Stunden vor jenem der Murg und 5 bis 6 Stunden vor dem Kinzigscheitel an der Mündung ein. Die Murgwelle erreicht den Rhein etwa 3 Stunden vor der Kinzig.

Im Neckar erscheinen entweder oberer Neckar und Enz-Nagold für sich oder in Verbindung mit den Gewässern des schwäbischen Beckens, dem Kocher und der Jagst, an den Anschwellungsbewegungen vorwiegend beteiligt. Bei Anschwellungen im Gefolge allgemeiner Überregnungen, durch welche natürlich die niederschlagsreicheren Abschnitte des Neckargebietes im Schwarzwald und auf der Alb hauptsächlich betroffen werden, während die in das schwäbische Becken fallenden, größtenteils im Regenschatten des Schwarzwaldes befindlichen Gebietsabschnitte weniger Wasserzugang erhalten, werden die Abflußmassen aus dem Oberlaufe des Neckar in der Regel vorherrschen. Bei den Hochwassererscheinungen, veranlaßt durch Witterungsumschlag mit Tauwetter und Schneeabgang dagegen können recht wohl auch Kocher und Jagst gleichzeitig hervorragend mitbeteiligt sein; in solchen Fällen ist die Flutbewegung dann eine mehr allgemeine, wenn auch wegen des meist ungleichzeitigen Zusammentreffens der Einzelwellen, die Hochwassererscheinung im Unterlaufe des Flusses keineswegs notwendig mächtiger wird, als bei den starken Überregnungen.

Die Abflußverhältnisse im oberen Neckar bedingen, daß die Anschwellung in der Regel am gleichen Tage, wie die Überregnung einsetzt und daß das Steigen fast gleichzeitig längs des ganzen Neckarlaufes bis herab nach Plochingen beginnt. Der Höchststand kommt meist erst 24 Stunden nach den stärksten Niederschlägen, dann aber ebenfalls fast gleichzeitig zustande. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Enz und Nagold, dem Kocher und der Jagst. Hierwegen ist ein tatsächliches Vorrücken der Anschwellungen nur selten zu bemerken. Die Scheitelbildung tritt im Unterlaufe der Gewässer häufig schon ein, während die Welle aus dem oberen Flußabschnitte erst im Anwachsen begriffen ist. Die aus einigen genau beobachteten Anschwellungserscheinungen, bei welchen nach Lage der Umstände eine wirkliche Fortschrittsdauer festzustellen war, abgeleiteten mittleren Zulaufzeiten sind:

für den Neckar:

Oberndorf—Horb . . .	3,0 Stdn.
Horb—Tübingen . . .	3,5 »
Tübingen—Plochingen .	3,5 »
Plochingen—Besigheim .	6,0 »
Besigheim—Heilbronn .	2,5 »
Heilbronn—Diedesheim .	3,0 »

Diedesheim—Neckarmündg. bei Wasserstdn. zu Diedesheim bis zu	350 cm 12 Stdn.
	400 » 11 »
	700 » 10 »
	800 » 12 »
	850 » 14 »

für die Enz:

Pforzheim—Enzweihingen	6,0 Stdn.
Enzweihingen—Besigheim	4,0 »
Besigheim—Diedesheim .	5,5 »

für den Kocher:

Gaildorf—Neuenstadt .	10,0 »
Neuenstadt—Mündung .	1,5 »
Mündung—Diedesheim .	2,5 »

für die Jagst:

Crailsheim—Möckmühl .	11,0 »
Möckmühl—Mündung .	2,5 »
Mündung—Diedesheim .	2,0 »

Die Neckarwelle schreitet hiernach von Plochingen bis Diedesheim durchschnittlich in 11,5 bis 12 Stunden, die Enzwelle von Pforzheim bis Diedesheim in 15 Stunden, die Kocherwelle in 14 Stunden, die Jagstwelle in 15 Stunden bis Diedesheim vor. Neckaranschwellungen unter der Überflutungshöhe legen in der unteren Flußstrecke — von Diedesheim bis zur Mündung — durchschnittlich 8,3 km in der Stunde, hohe, überflutende Neckarwellen 5,5 km in der Stunde zurück.

Als bedeutende Anschwellungen mit Eintritt einer allgemeinen Überflutung sind solche von 450 cm bei Heilbronn zu betrachten. Überschwemmungsgebiete in größerer Ausdehnung bestehen zwischen Rottenburg und Tübingen, Plochingen und Cannstatt, Heilbronn und Jagstfeld; auch im Kocher- und Jagstgebiete. Die Überflutungshöhe liegt für den oberen Neckar bei 330 cm Plochingen, für die Enz bei 190 cm Pforzheim, für den Kocher bei 250 cm Gaildorf und für die Jagst bei 200 cm Crailsheim. Die bei bordvollem Gerinne abgeführten Wassermassen wurden ermittelt zu 290 cbm im oberen Neckargebiete, 150 cbm im Enzgebiete, 170 cbm im Kocher- und 80 cbm im Jagstgebiete.

Die Gleichzeitigkeit der Entstehung der Anschwellungen in den einzelnen Gebietsabschnitten bewirkt, daß die im oberen Neckar sich bildenden Wellen in der Regel vom Niederstande aus ziemlich stetig anwachsen und nach kurzdauernder Scheitelbildung in gleicher Art abnehmen. Ähnlich entstehen auch in der Enz, im Kocher und in der Jagst nach einmaliger stärkerer Überregnung meistens Anschwellungen mit einem Scheitel. Die Vereinigung aller dieser Wellen im Neckar erfolgt indes nur zeitweise derart, daß auch hier eine Scheitelbildung hervorgeht. Bei Annahme eines gleichgroßen Abflusses von der Flächeneinheit ergibt sich zwar für die Hauptmasse des abfließenden Wassers, die namentlich aus dem oberen Neckar und der Enz herabkommt und um die 16. Stunde nach dem stärksten Regenfalle in Diedesheim eintreffen müßte, nur ein Scheitel; allein die Regenverteilung bewirkt nicht selten, daß namentlich die fast 6 Stunden früher aus dem Kocher und der Jagst und noch teilweise aus dem unteren Enzgebiet gelieferte Wassermenge dem späteren Abflusse gleichkommen oder ihn sogar übertreffen kann, daß somit entweder ein Doppelscheitel entsteht oder das Anschwellungsmaximum im unteren Neckar schon etwa 12 Stunden nach der Hauptüberregnung eintritt. Unterhalb der Jagstmündung verlaufen die Anschwellungen ohne bemerkenswerte Unterbrechung bis Mannheim; hier wird indes das Eintreffen der Neckar-

Digitized by Google

scheitel an der Mündung durch das gleichzeitige Verhalten des Rheinstandes mit bedingt und der genaue zeitliche Verlauf der Anschwellungen nur durch besondere Untersuchung des Zeitpunktes gefunden, wann die stärkste Erhöhung der Rheinwelle durch den Neckar stattfindet.

Im Main entstehen die Anschwellungen in den oberen und unteren Gebietsabschnitten fast gleichzeitig, da Witterungsumschlag und Überregnung sich meist von Süden und Südwesten her über das ganze Einzugsgebiet von der Tauber bis zum Obermain verbreiten. Der Eintritt der Anschwellungsbewegung erfolgt schon bald nach Regenbeginn; doch verstreichen gewöhnlich 1 bis 2 Tage nach der stärksten Überregnung, bis der Höhepunkt im Wasserstande eintritt. Zur Entstehung größerer, die Hochwassergrenze überschreitender Anschwellungen sind Regenfälle erforderlich, die im Winter durchschnittlich 10 bis 15 mm, im Sommer 25 bis 30 mm täglichen Niederschlag liefern. Bei gefrorenem Boden oder bei gleichzeitigem Schneeabgang haben schon 5 mm mittlerer Regenhöhe bedeutende Anschwellungen veranlaßt. Zufolge der Gliederung des Flußsystems in zwei Gruppen von größeren Nebenflüssen — getrennt durch eine verhältnismäßig lange Strecke ohne wesentlichen Wasserzugang — entstehen daher im oberen und unteren Mainlaufe zu annähernd der nämlichen Zeit in den meisten Fällen zwei Anschwellungen, von denen die erste, aus Saale und Tauber hervorgegangen, oft schon an der Mainmündung ankommt, während die Flutwelle vom Obermain und der Regnitz noch weit oben unterwegs ist und etwa 48 bis 60 Stunden später in Mainz eintrifft. Die Hochwassererscheinungen treten demzufolge im Main fast immer in der ganzen Länge des Flusses gleichzeitig auf und die Einwirkung der Nebenflüsse macht sich gewöhnlich nur in einer zeitlichen Verschiebung des Höchststandes geltend. Sehr häufig veranlaßt die vom Obermain und der Regnitz herabkommende Welle die Haupterhebung, während die vorausgehenden Anschwellungen aus der Saale und Tauber entweder selbständige Scheitel bilden oder mit dem Obermainscheitel zusammentreffen. Je nach der Regenverteilung wird die eine oder andere Art des Zusammentreffens gegeben sein; nur in seltenen Fällen, wenn die Einzugsgebiete von Saale und Tauber etwa 2 Tage später als die oberen Abschnitte des Maingebietes überregnet werden, ist eine wesentliche Erhöhung des Obermainscheitels durch die unteren Nebenflüsse zu erwarten. Die Zulaufzeiten der Mainanschwellungen sind eingehend ermittelt worden; sie betragen für die Obermainwellen von ihrer Vereinigung mit der Regnitz bis Würzburg gegen 35 Stunden, bis zur Taubermündung 54 Stunden und bis zur Mainmündung 87 Stunden.*) Die Anschwellungserscheinungen entfallen im Main zumeist (90 %) auf die kältere Jahreszeit — 13 % sind im Dezember, 21 % im Januar, 28 % im Februar und 20 % im März abgelaufen. Während der eigentlichen Sommermonate sind seit Beginn der regelmäßigen Aufzeichnungen nur 2 größere Anschwellungen eingetreten. Die Dauer der Überflutung erreicht im oberen Maingebiete 2 bis 6 Tage, in der Mainebene unterhalb Aschaffenburg dagegen 6 bis 12 Tage. Als höchste eisfreie Anschwellungen des Mains im letzten Jahrhundert werden die beiden Fluterscheinungen von 1845 III und 1882 XI bezeichnet; die größte sekundliche Abflußmenge, welche der Fluß bei diesen Hochwassererscheinungen geführt hat, sind bei Frankfurt zu rund 2600 cbm ermittelt worden. Bei gewöhnlichen Hochwasserständen (etwa 550 cm Miltenberg) überschreitet die Abflußmenge des Mains dagegen selten 1800 cbm.

*) Genauere Angaben finden sich im VI. Hefte der Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. Berlin 1901.

Anschwellungen treten in der Nahe wie in den übrigen Mittelgebirgsflüssen vorwiegend in der kälteren Jahreszeit, namentlich in den eigentlichen Wintermonaten ein, gleichwohl sind außergewöhnliche Hochwasser schon inmitten des Sommers abgelaufen. Starke Regenfälle oder rascher Abgang der im gebirgigen Teile des Einzugsgebietes zeitweise lagernden ungewöhnlich großen Schneemassen führen oft in wenigen Stunden gewaltige Flutwellen herbei. Das bedeutendste bisher festgestellte Hochwasser ist am 23. Januar 1890 mit einem Höchststande von 695 cm zu Kreuznach eingetreten. Der gleichzeitige Höchstabfluß kann zu rund 1300 cbm angenommen werden; indes hatte der Hochstand im November 1882 eine fast gleiche Höhe (690 cm) erreicht. Bei dem starken Gefälle des Flusses und dem meist hohen Ufergelände, welches ausgedehnte Überflutungen nicht zuläßt, ist der Gesamtverlauf der Anschwellungen gewöhnlich äußerst kurz; die Dauer der hohen Wasserstände hat seither selten über 24 Stunden betragen. Die größeren Naheanschwellungen legen die Flußstrecke von Kreuznach bis zur Mündung in 5 bis 6 Stunden zurück.

In der Lahn stellen sich die höheren Anschwellungserscheinungen nach den bisher vorliegenden Aufzeichnungen fast nur in der kälteren Jahreszeit ein; die gewöhnliche Veranlassung ist dann auch hier rascher Abgang einer mehr und minder mächtigen Schneedecke über gefrorenem oder durchtränktem Boden. Der Eintritt des Hochstandes erfolgt in den bei weitem meisten Fällen in der unteren Flußstrecke — unter der Einwirkung der Dill — fast gleichzeitig und wohl selbst früher, als in der oberen; im allgemeinen kann angenommen werden, daß der höchste Wasserstand hier 24 bis 36 Stunden nach dem Eintreten der starken Überregnung erreicht wird. Die größten, bisher aufgezeichneten Hochwassererscheinungen in der Lahn sind in der oberen Flußstrecke im Januar 1879, in der unteren im Januar 1841 aufgetreten. Die gleichzeitigen Höchststände haben in Gießen 470 cm, in Diez über 700 cm erreicht. Die größte Abflußmenge — bei einem Lahnstand, der etwa 50 cm unter dem Hochwasser von 1841 geblieben ist —, hat 750 cbm betragen. Die Abflußmenge bei den größten Fluterscheinungen bleibt daher in der Lahn — ungeachtet des ausgedehnteren Einzugsgebietes — nicht unerheblich hinter dem Höchstabflusse der Nahe zurück. Die umfangreichen Überflutungsgebiete im Oberlaufe der

Digitized by Google

Lahn ermöglichen, daß hier größere Wassermengen auf längere Zeit zurückgehalten werden können; ebenso trägt das meist ungleichzeitige Eintreffen der Lahn- und Dillhochwasser wesentlich zur Abschwächung der Anschwellungen in der unteren Lahn bei.

Die Anschwellungen in der Mosel sind meistens — in 90% aller seither beobachteten Fälle — Hochwasser der kälteren Jahreszeit und auf den Abgang größerer Schneemassen bei Überregnungen zurückzuführen; durch Regenfälle ohne Schneeabgang sind nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen nur ausnahmsweise Hochwasser in der Mosel entstanden. Von den größeren Anschwellungen treffen mehr als 25% in den Januar, im August dagegen hatte die Mosel in keinem Falle einen höheren Wasserstand. Namentlich die obere Mosel und die Meurthe sowie die Saar zeigen häufige Anschwellungen. Bei der Nachbarschaft der Ursprungsgebiete jener Gewässer erfolgt der Anstoß zur Anschwellungsbewegung fast immer gleichzeitig, wenn auch in wechselnder Stärke. Das Anschwellen beginnt in der oberen Mosel und Meurthe etwa einen Tag nach den ersten kräftigen Regenfällen, der Höchststand tritt 1 bis 2 Tage nach der stärksten Überregnung ein; ähnlich entsteht auch der Scheitel der Saaranschwellung zu Saargemünd 1 bis 2 Tage nach dem Regenmaximum.

Die Anschwellungen aus der oberen Mosel und Meurthe erreichen die Sauer-Saarmündung nach durchschnittlich 36 Stunden; die Saarwelle gelangt von Saargemünd aus schon nach 16 Stunden dahin. Die zeitliche Aufeinanderfolge im Eintreffen der Anschwellungen aus Mosel und Saar ist zwar im allgemeinen nur wenig verschieden, dagegen sind die Wellenhöhen je nach der Regenverteilung einem großen Wechsel unterworfen; entweder bildet die gewöhnlich vorauseilende Saarwelle oder die nachfolgende Moselwelle die Haupterhebung. In selteneren Fällen sind beide gleich mächtig; es entsteht ein mehrfacher Scheitel oder es wird durch das Fallen der vorausgehenden und das Steigen der nachfolgenden Welle ein oft 36 bis 48 Stunden über Hochwasserhöhe — 450 bis 500 cm bei Trier, 500 bis 550 cm bei Cochem — verbleibender Wellenberg gebildet.

Bei der meist hohen Lage der Ufer in der unteren Mosel treten Überflutungen hier in kaum bemerkenswerter Ausdehnung auf; dagegen bilden die breiten und tiefliegenden Flußtäler an der mittleren Mosel, an der Meurthe, Seille und Orne stellenweise größere Überschwemmungsgebiete, die eine namhafte Wasserzurückhaltung und merkbare Abschwächung der Hochwasserwellen bewirken. An der Anschwellungshöhe der unteren Mosel ist die Saar in den meisten Fällen wesentlich beteiligt. Durch besondere Untersuchungen ist festgestellt, daß ein Steigen der Saar (bei Saarburg im Rhld.) um 100 cm eine Hebung der Mosel zu Trier um 50 bis 60 cm veranlaßt, falls der Moselstand unter 200 cm Trier bleibt, dagegen um 40 bis 50 cm bei Moselhöhen zwischen 200 und 400 cm Trier*).

Die Fortpflanzung der Moselwellen von der Saarmündung zum Rhein erfolgt regelmäßig, nur hie und da durch gleichzeitig entstehende und darum meist vorauseilende Anschwellungen der wasserreichen Bäche aus dem Hunsrück und der Eifel verstärkt. Im Durchschnitte legt der Scheitel der Moselwelle den Weg von Trier bis zur Mündung bei Moselständen von

300 bis 335 cm in 22 Stunden
335 » 375 » » 21 »
375 » 425 » » 20 »
425 » 550 » » 19 »
550 » 590 » » 20 » zurück.

Die Mosel führt schon bei Anschwellungen, welche die Uferhöhe gerade erreichen, eine sekundliche Abflußmenge von etwa 2200 cbm dem Rhein zu. Bei der Hochwassererscheinung vom Oktober 1824, die ungefähr den Höhepunkt der durch Überregnung des Gesamtgebietes hervorgerufenen Abflußbewegung darstellt, ist eine sekundliche Höchstmenge von 3800 bis 4000 cbm ermittelt.

In den größeren Nebenflüssen des Rheins nach seinem Austritte in das niederdeutsche Tiefland treten Anschwellungserscheinungen fast ausschließlich in der kälteren Jahreszeit und zwar meistens unvermittelt auf und nehmen bei der Sieg und Ruhr in der Regel einen raschen Verlauf. Die Hochwasserwelle legt bei der Sieg 6 km, bei der Ruhr 7 bis 8 km in der Stunde zurück. Bei der Lippe ist des wesentlich geringeren Gefälles und der bedeutenden Ausbreitung der Anschwellungen wegen der Ablauf langsamer; der Scheitel der Lippehochwasser rückt nur wenig mehr als 3 km in der Stunde vor. Die höchste seither festgestellte Sieganschwellung ist am 24. November 1894 in Buisdorf eingetreten, hat 380 cm Höhe erreicht und eine sekundliche Höchstmenge von etwa 1000 cbm ergeben. Um jene Zeit sind auch in der Ruhr und Lippe die größten Anschwellungen seit verläßliche Aufzeichnungen vorliegen eingetreten. Eine mächtige Flutwelle hat die Ruhr am 25. November in Mülheim auf 669 cm Höhe, eine ebenfalls außerordentliche Anschwellung am nämlichen Tage auch die Lippe auf 680 cm in Dorsten gehoben.

*) VII. Heft der Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. Berlin 1905.

Digitized by Google

Der Abflußvorgang im Rhein.

Allgemeine Umgestaltung des Abflußvorganges. Die in den oberen Abschnitten des Rheingebietes unter der vorherrschenden Einwirkung der Wasserlieferung des Hochgebirges und seiner Vorstufen beobachtete Abflußbewegung im Rhein mit ihren niedrigen Ständen in der kälteren Jahreszeit, dem allmählichen Anwachsen im Frühling, dem Höchststande um die Jahresmitte und der Wiederabnahme bis zum Winter, erfährt durch die Nebenflüsse aus den Mittelgebirgslandschaften mit nahezu entgegengesetztem Verhalten eine Umgestaltung in dem Sinne, daß die Niederwasserstände der kälteren Jahreszeit mehr und mehr gehoben werden, während die höheren Sommerstände eine wesentlich geringere Vergrößerung erfahren und stromabwärts sich über jene immer weniger erheben, um schließlich darunter zurückzubleiben. Die Umgestaltung wird durch die Schwarzwald-Vogesenflüsse eingeleitet, tritt nach der Aufnahme der großen Nebengewässer Neckar und Main deutlicher hervor und wird durch die Nahe, Lahn und Mosel vollendet; sie führt zu einem annähernden Ausgleich der Gegensätze zwischen der sommerlichen und winterlichen Wasserführung der Hauptabschnitte des Rheins und bildet die Ursache, daß im unteren Stromlaufe während der längsten Zeit des Jahres verhältnismäßig günstige Wasserstände herrschen — selbst dann, wann die Nachbargebiete des Rheinstromes unter Wassermangel zu leiden haben. Hierbei folgen die niedrigen Wasserstände hauptsächlich der alpinen Wasserlieferung mit ihrer Stetigkeit und Nachhaltigkeit und werden durch diese beeinflußt, während in den hohen die gelegentlichen kurzdauernden Anschwellungen der Nebenflüsse des Mittelgebirges vorzugsweise zur Geltung kommen.

Der Abfluß an der Vereinigungsstelle der Hochgebirgsflüsse des Rheins — bei Waldshut — zeigt die Eigenarten jener Zuflüsse: verhältnismäßig großen Wasserreichtum in der wärmeren Jahreszeit verbunden mit Stetigkeit und Nachhaltigkeit in der Wasserlieferung; sie sind bekanntlich auf den bedeutenden oberirdischen Regenabfluß im Hochgebirge und in seinen Vorbergen, sodann aber auf die vorübergehende Wasserzurückhaltung durch die Gletscher und Seen zurückzuführen. Die alljährlich auf das Einzugsgebiet des Rheins oberhalb Waldshut herabgehende Niederschlagsmenge darf im Mittel der Jahre 1891—1900 zu 39,2 Milliarden Kubikmeter*) angenommen werden. Die entsprechende mittlere jährliche Abflußmenge ist zu 27,0 Milliarden Kubikmeter berechnet; von der Niederschlagsmenge sind daher durchschnittlich 69 % abgelaufen. Selbstverständlich ist aber der verhältnismäßige Abfluß von den Hochgebirgsflächen und namentlich von den Gletschern und Schneefeldern ein größerer, so daß von den übrigen Teilen des Einzugsgebietes, die den Vorbergen und Hochebenen zuzurechnen sind, sicher weniger als die Hälfte des Niederschlages oberirdisch abläuft.

An der Gesamtabflußmenge sind der Regenabfluß und der Gletscherabfluß wie folgt beteiligt:

	In Millionen Kubikmeter**)			Gletscherabfluß in Hundertteilen des Gesamtabflusses
	Regenabfluß	Gletscherabfluß	Gesamtabfluß	
Januar	1 286,6	24,4	1 311,0	2,1— 1,4
Februar	1 308,7	10,1	1 318,8	1,0— 0,4
März	1 710,6	16,2	1 726,8	0,4— 1,5
April	2 137,8	113,3	2 251,1	2,0— 7,2
Mai	2 537,0	423,5	2 960,5	8,4—17,6
Juni	2 400,5	1 039,1	3 439,6	23,4—35,0
Juli	2 184,9	1 230,9	3 415,8	39,3—35,8
August	2 146,5	880,9	3 027,4	32,2—27,6
September	1 954,9	597,7	2 552,6	26,3—17,8
Oktober	1 819,3	283,7	2 103,0	16,3— 8,0
November	1 436,7	114,1	1 550,8	7,7— 5,7
Dezember	1 308,0	50,5	1 358,5	5,2— 2,8

Bei der Bestimmung des Gletscherabflusses, der für die Gebiete des Graubündner Rheins, der oberen Aare, der oberen Reuß und der Linth im einzelnen schon berechnet und in der Zahlentafel 1 nach 5tägigen Mittelwerten zusammengestellt ist, war hier vor der Zusammenfassung

*) Der Betrag ist um 5,5 % kleiner als das Mittel aus den 40 Jahren 1864 bis einschl. 1903.

**) Mittelwerte aus 1891—1900.

Digitized by Google

zu berücksichtigen, daß der Abfluß durch die größeren Seebecken im Zuge der genannten Gewässer eine Verzögerung durch vorübergehende Zurückhaltung erfährt; der Berechnung dieser Einwirkung auf den Abfluß sind die schon früher ermittelten Zeit- und Mengenverhältnisse zugrunde gelegt worden. Insgesamt sind im Jahresdurchschnitt 22,2 Milliarden Kubikmeter oder 83 % dem Regenabflusse und nur 4,8 Milliarden Kubikmeter oder 17 % den Abflüssen der Firne und Schneefelder zuzurechnen. Der Regenabfluß wächst von Januar ab rasch an, erreicht schon im Mai den Höchstbetrag und nimmt bis zum Winter wieder ab. Der Schmelzwasserabfluß dagegen, der im Februar nahezu auf Null herabgegangen und noch im April ziemlich geringfügig ist, wächst erst vom Mai ab, dann jedoch schnell an und erreicht das Höchstmaß im Juli, also zu einer Zeit, wann der Regenabfluß im Abnehmen begriffen ist. Die Zuflüsse aus den Gletschergebieten decken indes um jene Zeit den Ausfall an Regenabfluß, so daß im Juni und Juli der Rhein gleichwohl auf fast gleicher Höhe verbleibt.

Der Abfluß zu Waldshut erreicht den kleinsten Betrag im Januar mit 1311 Millionen Kubikmeter, den größten im Juni mit 3440 Millionen Kubikmeter. Als Monate geringen Abflusses mit fast übereinstimmenden Beträgen erscheinen Dezember, Januar und Februar, als solche bedeutenden Abflusses Juni und Juli, während Mai und August wieder etwas geringere, unter sich nahezu gleiche Mengen aufweisen. In den Monaten Mai bis August führt der Rhein bei Waldshut nahezu die Hälfte seiner jährlichen Wassermenge ab. Die Zunahme vom Winterminimum zum Sommermaximum und die Abnahme zum Winter erfolgen mit großer Regelmäßigkeit.

Die Umgestaltung der durch die Gewässer des Alpenlandes gekennzeichneten Abflußbewegung im Rhein beginnt zwar im allgemeinen mit der Aufnahme der Schwarzwald-Vogesenflüsse, doch zeigen, wie aus dem Vergleiche der monatlichen Abflußmengen zu Waldshut, Basel und Mannheim (Seite 10) folgt, die von den **Südabhängen** des Schwarzwaldes und von der gegenüberliegenden Schweizer Hochebene dem Rhein zufließenden Gewässer noch erkennbar das Verhalten der Nebenflüsse des Alpenlandes. Erst die Abflüsse der Westabdachung des Schwarzwaldes und der Osthänge der Vogesen führen in den Winter- und Frühlingsmonaten erhöhte Wassermengen zum Rhein, die geringsten dagegen im August oder September, und ähnlich verhalten sich der Neckar sowohl wie die weiter rheinabwärts zufließenden größeren Gewässer der deutschen Mittelgebirge.

Die Bedeutung der einzelnen wichtigeren Abschnitte des Rheingebietes sowohl für die Wasserführung des Stromes an sich als auch für die allmähliche Umgestaltung seiner Wasserstandsbewegung soll in der nebenstehenden Tafel durch die fünftägigen Durchschnittswerte der Rheinabflußmengen zu Stein, Waldshut, Mannheim, Mainz*) und Cöln aus 1891—1900 dargestellt werden. Für Waldshut sind — durch eine punktierte Linie getrennt — die auf den Regenabfluß (unterer Abschnitt) und den Schnee- und Gletscherabfluß (oberer Abschnitt) treffenden Anteile gesondert dargestellt worden.

Die Diagramme zeigen vor allem den bedeutenden Einfluß der Wasserlieferung der im Oberrhein bei Waldshut vereinigten Hochgebirgsflüsse auf die gesamten Abflußverhältnisse des Stromes. Die aus jenen oberen Abschnitten des Rheingebietes herabkommenden Wassermassen sind am Gesamtabflusse zu Mannheim mit etwa 64 %, an jenem zu Mainz mit 55 % und zu Cöln mit 46 % beteiligt; indes wechselt, wie leicht verständlich, die Beteiligung im Laufe des Jahres ganz erheblich; sie erreicht beispielsweise zu Cöln im Hochsommer bis zu 62 %, nimmt aber in den Wintermonaten bis auf 28 % ab. Zum Wasserabflusse in Mannheim liefern die Zuflüsse des Rheins aus der Schweiz den höchsten Beitrag zwischen Juni und August mit 75 % seiner Gesamtwasserführung, den geringsten im Januar mit kaum 43 %.

Die Beteiligung der Nebenflüsse des Rheins aus den deutschen Mittelgebirgen an der allmählichen Umgestaltung der Oberrheinwelle geht zwar im allgemeinen aus der Gestaltsänderung der aufeinanderfolgenden Abflußkurven des Rheins hervor; doch kommen neben dem oberirdischen Zuflusse ein zeitweise nicht unbedeutender Sicker- und Grundwasserzufluß und jedenfalls auch Wasserverluste mit in Betracht. An dem Abflusse zu Mannheim nehmen die Schwarzwald- und Vogesenflüsse durchschnittlich mit 22 %, der Neckar mit 14 % teil; der Zufluß durch den Neckar wechselt zwischen einem Höchstwert von 23 % im Februar und einem Mindestbetrag von 7 bis 8 % im Hochsommer. Die Abflußmenge zu Cöln wird im Jahresdurchschnitt durch den Neckar um nicht ganz 8 %, durch den Main um etwa 9 % vermehrt. Die Beteiligung der Mosel darf zu 15 %, mit einem Höchstbetrage von 27 % im Januar, einem Mindestbetrage von 6 % im Juli und August angenommen werden. In dem Maße, wie die Gesamtabflußmenge von Waldshut gegen Cöln hin zunimmt, vermindert sich die verhältnismäßige Beteiligung der einzelnen Glieder des Stromgebietes an dieser Menge. Die schließliche Abflußbewegung zu Cöln erreicht vorwiegend unter dem Einflusse der großen Mittelgebirgsflüsse ihre Höchstmenge im Februar-März, zu einer Zeit, wann die Zuflüsse aus der Schweiz auf das geringste Maß zurückgegangen sind, ihren Mindestbetrag dagegen im Spätherbst. Die sommerliche Anschwellung des Oberrheins macht sich in Cöln nur mehr als sekundäres Maximum, das jedoch der Haupterhebung nicht viel zurücksteht, geltend.

Während bei Waldshut, wie gezeigt, die mittlere sekundliche Wasserführung des Rheins von rd. 500 cbm in den Wintermonaten auf 1500 cbm um die Jahresmitte anschwillt, bei Mannheim zwischen 900 in den Monaten Dezember-Januar und 1900 cbm im Juni sich bewegt, vollzieht sich die jährliche Schwankung bei Mainz innerhalb der gleichen Zeit zwischen dem Mindestbetrage von 1000 cbm und dem Höchstwerte von 2000 cbm. Zu Cöln ist eine mittlere kleinste Abflußmenge von 1200 cbm im

*) Für Mainz liegen erst vereinzelte Wassermengenmessungen vor; die angegebenen Werte mögen für die höheren Wasserstände wohl etwas zu groß sein.

Digitized by Google

Dezember, eine größte von 2400 cbm im März zu beobachten. Die Abflußmenge erreicht hier im Juni gegen 2200 cbm. Im Oberrhein und bis herab gegen Cöln nimmt demnach die Wasserführung des Stromes vom Winter zum Sommer durchschnittlich um rd. 1000 cbm zu; bei Cöln dagegen fällt gewöhnlich der Meistabfluß in den Vorfrühling, so daß hier unter der Mitwirkung der großen Nebenflüsse des Mittelrheins die größte Schwankung sich um diese Zeit vollzieht und die bedeutendste Wasserführung schon zu beobachten ist, wenn der Oberrhein erst zu steigen beginnt.

Die mittlere jährliche Gesamtabflußmenge des Rheinstromes nimmt von 27 Milliarden Kubikmeter bei Waldshut auf 42 bei Mannheim, 49 bei Mainz zu und erreicht zu Cöln 58 Milliarden Kubikmeter.

Der Abfluß von den Schnee- und Firnflächen des Schweizer Rheingebietes umfaßt bei Mannheim nur mehr 11,4%, bei Cöln 8,3% der an diesen Stromorten überhaupt abfließenden Wassermenge; er ist hierwegen im Hinblicke auf die Wasserführung des Rheins nicht erheblich, gewinnt aber wesentlich an Bedeutung für die unteren Stromabschnitte, weil er in der Hauptsache gerade dann am meisten zur Geltung kommt, wann der Mittel- und Niederrhein durch seine großen Nebenflüsse aus den Mittelgebirgen verhältnismäßig geringen Zufluß erhält.

SCHWANKUNG DER WASSERSTÄNDE DES RHEINS
ZWISCHEN WALDSHUT UND EMMERICH

Im Wasserhaushalte des Gesamtstromgebietes spielt der Oberrhein *) wegen seiner Wasserfülle und der Stetigkeit der Wasserlieferung entschieden die wichtigste Rolle; er bleibt während der längsten Zeit des Jahres maßgebend für den Wasserabfluß auch in den unteren Abschnitten des Rheins, zu welchem er in der wärmeren Jahreszeit 70 bis 80% beisteuert. Nur in den Wintermonaten und im Vorfrühling wird zeitweise — doch nicht immer gleichzeitig — der Abfluß aus den Nebengewässern der Mittelgebirge so bedeutend, daß dieser den wesentlicheren Teil der Wasserführung des Niederrheins ausmacht; aber auch dann geht der Anteil des Oberrheins an der Gesamtwasserführung des Stromes nur selten auf kurze Zeit unter 40% herab.

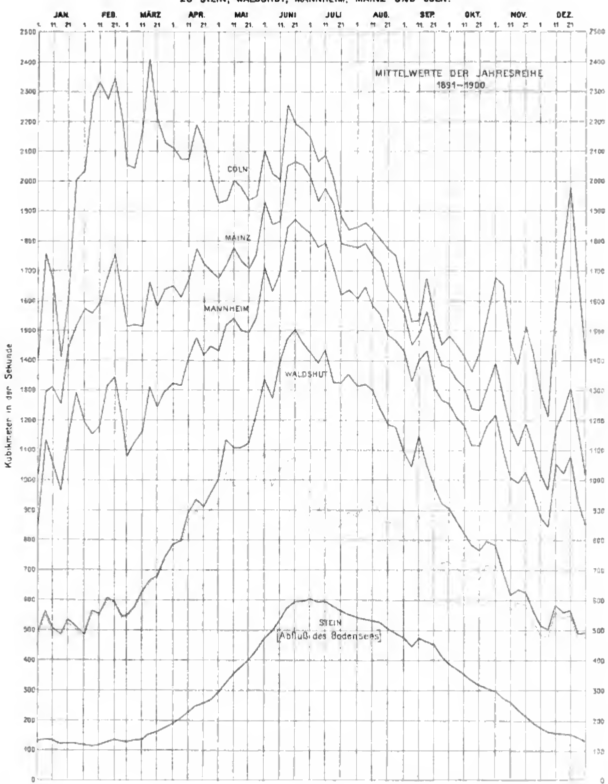
Die mittleren jahreszeitlichen Schwankungen in der Wasserführung des Rheins nehmen im allgemeinen mit dem allmählichen Anwachsen des Stromes zu, so daß die Unterschiede zwischen den Höchst- und Tiefständen in den oberen Stromabschnitten kleiner sind, als in den mittleren und unteren. Insbesondere sind die Schwankungen am größten in der kühleren Jahreszeit, dagegen mehr gleichartig zwischen Mai und September. Die als Mittelwerte der 50jährigen Beobachtungsreihe 1851—1900 abgeleiteten Unterschiede des höchsten und niedrigsten Rheinstandes erscheinen, wie aus der nebenstehenden Figur hervorgeht, zwischen Waldshut und Kehl ziemlich gleichbleibend im Laufe des ganzen Jahres; im Winter liegen sowohl die kleinsten wie die höchsten Monatswasserstände wegen der Wasserzurückhaltung in den obersten Gebietsabschnitten meistens niedrig, in den Sommermonaten wegen der gleichförmigen Speisung durch die Gewässer der Alpen und des Alpenvorlandes verhältnismäßig hoch. Mit der Aufnahme der großen Mittelgebirgsflüsse — insbesondere zwischen Mannheim und Coblenz — nehmen sodann die Unterschiede der Höchst- und Tiefststände in der kälteren Jahreszeit viel mehr zu, als in der wärmeren; die größten Verschiedenheiten bestehen für die Stromorte des Niederrheins.

Außer dem vorerwähnten jahreszeitlichen Wechsel unterliegt die Wasserführung des Rheins auch einer mehr allgemeinen Änderung mit wesentlich größerer Amplitude, die man als säkulare Schwankung im Abflusse zu bezeichnen und auf ebensolche Wechsel vorherrschend niederschlagsreicher und niederschlagsarmer Zeiträume zurückzuführen pflegt. Namentlich kommen diese, von allgemein nasser oder trockener Witterung herrührenden Hebungen und Senkungen des Wasserstandes in den niedrigen Rheinständen, welche dafür, wie leicht erklärlich am empfindlichsten sind, zur Geltung; doch zeigen auch die mittleren Wasserstände noch deutlich einen solchen Einfluß, wofern man sie von den zufälligen, durch die Bewegungen der Stromsohle veranlaßten Unregelmäßigkeiten befreit. Als besonders nasse Zeiträume im Rheingebiete erscheinen die Jahre zwischen 1806 und 1810, zwischen 1836 und 1855 und 1870 bis 1885. Bemerkenswerte Trockenzeiten bestanden zwischen 1826 und 1835, 1856 und 1870 und seit 1891. Die letzte Periode dauert noch bis zur Gegenwart an, scheint sich jetzt aber ihrem Abschlusse zu nähern; denn in dem Wechsel nasser und trockener Zeiten läßt sich unschwer die 1890 von Brückner nachgewiesene, etwa 35jährige Periode erkennen *). Im

*) Hier in der allgemein üblichen Weise bis zur Neckarmündung gerechnet.

*) Brückner E., Klimaschwankungen seit 1700. Wien 1890.


Digitized by Google



Digitized by Google

allgemeinen kommen regenreiche Sommer wie 1875, 1879 und insbesondere 1882 und 1888 in der Wasserführung des Rheins weniger zur Geltung, als nasse Winter, unter denen in den letzten fünfzig Jahren namentlich jene von 1860, 1867, 1877, 1879, 1888, 1892 und 1900 hervorzuheben wären. Außergewöhnlich nasse Sommermonate haben indes zweifellos höhere Oberrheinstände zur Folge.

Der in der Wasserführung des Rheins beobachtete Gegensatz in dem Verhalten der oberen und unteren Abschnitte des Stromes besteht nicht allein im großen ganzen der Abflußbewegung; er ist in den meisten Einzelerscheinungen zu bemerken und erklärt die Seltenheit der Entstehung ungewöhnlich niedriger und hoher Stände, die sich über das Gesamtstromgebiet ausbreiten. In den oberen Abschnitten — soweit der unmittelbare Einfluß der Wasserlieferung des Hochgebirges reicht — gehören, wie schon erwähnt, niedrige Wasserstände meist der kälteren Jahreszeit an während anderseits die großen Nebenflüsse aus den deutschen Mittelgebirgen die niedrigen Stände im Sommer und Herbste zeigen. Allgemeine Niederwasserstände im Rhein können daher nur in jenen selteneren Fällen eintreten, wann zur Winterzeit oder im Vorfrühling unter der Einwirkung andauernd trockener und kalter Witterung der oberflächliche Abfluß auch in den Nebenflüssen des mittleren und unteren Rheins auf ein geringes Maß herabgeht oder wenn bei sehr regenarmer Herbstwitterung in den Mittelgebirgslandschaften oder bei schon begonnenen Schneefällen in den höheren Lagen des Sammelgebietes diese Nebenflüsse ungewöhnlich wasserarm werden. Immerhin sind sehr niedrige Wasserstände im Rhein schon ihrer Natur nach zugleich ausgebreitete Erscheinungen, die jeweils einen größeren Teil des Stromgebietes gleichzeitig umfassen — um so mehr, als die sie veranlassenden Frost- oder Trockenperioden selbst in der Regel weiter ausgedehnte Gebiete gleichzeitig beherrschen. Hohe Rheinstände sind zu allen Jahreszeiten beobachtet worden, gleichwohl sind die natürlichen Bedingungen für das Auftreten höherer Wasserstände im Oberrhein günstig nur im Sommer und Herbste, im Mittel- und Niederrhein im Winter und Frühjahre. Die Ungleichzeitigkeit bewirkt auch in diesem Falle, daß große, über das gesamte Rheingebiet ausgebreitete Hochwasser selten sind.

Gleichbleibender Abfluß ist also im Rhein immerhin eine nicht häufige Erscheinung; er tritt im allgemeinen nur bei niedrigen Wasserständen ein und kann sich höchstenfalls im Oberrhein mit seinen ausgedehnten Retentionsgebieten auch noch bei höheren Ständen erhalten. Im übrigen entspricht es aber durchaus dem Wesen der Entwicklung bedeutender Abflußmassen, daß diese einem fortwährenden Wechsel unterworfen sind. Die bei weitem häufigste Form des Abflusses im Rhein bildet daher immerhin die in mäßigen Grenzen sich vollziehende Anschwellungsbewegung.

Gleichbleibender Abfluß — Beharrungszustand — stellt sich im Rhein, wie bemerkt, in der Regel nur bei verhältnismäßig niedrigen Wasserständen ein, wenn der seiner Natur nach leichter veränderliche oberirdische Zufluß mehr und mehr versiegt und das Gewässer vorwiegend aus dem Grundwasservorrat seines Einzugsgebietes gespeist wird, also auch die Nebenflüsse niedrige Wasserstände erreicht haben. Nur die Abflüsse aus dem Hochgebirge und insbesondere aus den Alpenrandseen bilden eine Ausnahme. Die Schneefelder und Firnflächen sowohl, wie die großen Seebecken wirken ähnlich ausgleichend und verzögernd auf den Abflußvorgang im Rhein, wie die großen unterirdischen Wasseradern, welche den Strom auf seinem Laufe durch die ober- und niederrheinische Tiefebene begleiten. Daher kommt es, daß insbesondere im Oberrhein in den Sommermonaten Beharrungsstände von mehrtägiger Dauer noch bei kräftigem Mittelwasser eintreten und häufig selbst noch durch den Mittel- und Niederrhein verfolgt werden können, wo zu dieser Zeit der seitliche Zufluß in der Regel ebenfalls, jedoch auf niedrigem Stande beharrt. Am häufigsten werden im übrigen länger beharrende Wasserstände im Rhein, wie schon erwähnt, dann beobachtet, wenn im Winter, namentlich im Februar, der oberirdische Zufluß gering oder durch Frost nahezu vollständig aufgehoben ist, so daß nur die sehr gleichmäßige Speisung der Schweizer Seen und der unterirdische Grundwasserzufluß erübrigt. Dann verbleibt oft mehrere Wochen lang der Rhein auf nahezu gleicher Höhe. Die seither festgestellten Beharrungszustände im Rhein zwischen Waldshut und Emmerich finden sich in bezug auf Eintritt, Dauer und Ausbreitung in der Zahlentafel 9 zusammengestellt.

In selteneren Fällen kann der Beharrungszustand im Rhein auch dadurch erhalten bleiben, daß die unter anderen Umständen erfolgende langsame Abnahme der Abflußmenge durch geringe Regenfälle wieder aufgehoben wird. Die Einzeluntersuchungen für das Maingebiet wie für das Einzugsgebiet der Mosel haben festgestellt, daß bei niedrigen Wasserständen in der kälteren Jahreszeit 1 mm täglicher Regenfall, in der wärmeren 2,5 bis 3 mm ausreichen, um die Abflußmenge andauernd auf der gleichen Höhe zu erhalten. Ähnliche Regenmengen werden daher auch für den übrigen außeralpinen Teil des Rheingebietes wohl genügen, den täglichen Wasserverlust zu decken und den Strom auf gleicher Höhe zu erhalten.

Allgemeine Beharrungszustände im Rhein treffen, wie aus der Zahlentafel 9 hervorgeht, in den meisten Fällen in die wärmere Jahreszeit, sobald der mehr gleichmäßige Zufluß zum Rhein aus dem Hochgebirge vorherrscht und der stärker wechselnde der Mittelgebirgsflüsse auf ein geringes Maß zurückgegangen ist; indes dürfen auch dann die Grenzen für die noch zulässig erachteten Wasserstandsschwankungen nicht zu enge gezogen werden; bei den hier ausgewählten Beharrungsständen wurden 5 bis 6 cm Höhenwechsel innerhalb einer mindestens 7tägigen Dauer noch zugelassen. Am Oberrhein erreichen die Beharrungszustände im Abflußvorgange des Rheins selten

Digitized by Google

eine größere Höhe als Mittelwasser, am Unterrhein wird die Niederwasserhöhe in der Regel nicht überschritten.

Zur Ermittlung der Bedeutung des Grundwasserzuflusses für die Beharrungsstände in den sehr durchlässigen Stromstrecken des Oberrheins wurden für zahlreiche, der Zahlentafel 9 entnommene längerdauernde Beharrungsstände von Höhen zwischen 100 und 340 cm Wht. die zugehörigen Abflußmengen zu Waldshut und Maxau festgestellt; sie ergeben für den unteren Stromort einen Mengenüberschuß, der, wie aus der nachstehenden Übersicht hervorgeht, bei den kleinsten Beharrungsständen von 100 cm Wht. zu 146 cbm, bei den größten von 340 cm Wht. zu 79 cbm ermittelt ist; dieser

Waldshut:		Maxau:		Mengenüberschuß für Maxau:
100 cm	200 cbm	254 cm	346 cbm	146 cbm
124 »	300 »	275 »	428 »	128 »
147 »	400 »	293 »	509 »	109 »
176 »	500 »	314 »	600 »	100 »
192 »	600 »	334 »	692 »	92 »
213 »	700 »	355 »	788 »	88 »
234 »	800 »	374 »	886 »	86 »
253 »	900 »	393 »	983 »	83 »
272 »	1000 »	413 »	1082 »	82 »
290 »	1100 »	432 »	1181 »	81 »
308 »	1200 »	450 »	1280 »	80 »
324 »	1300 »	467 »	1380 »	80 »
340 »	1400 »	484 »	1479 »	79 »

Mengenüberschuß rührt teils von den Nebenflüssen des Rheins in der genannten Stromstrecke, teils von dem Grundwasserzuflusse her; er wird in Wirklichkeit wegen des Verlustes durch Verdunstung wohl etwas größer sein. Der oberirdische Zufluß muß sich während der Dauer der Beharrungsstände des Rheins notwendig selbst in einem Beharrungszustande befinden; dieser kann aber bei den Schwarzwald-Vogesenflüssen nur zur Zeit von Niederwasserständen eintreten. Als Wasserzufluß während solcher niedriger Beharrungsstände werden angegeben für das rechtseitige Abflußgebiet*) zwischen Aare und Wiese 3.9 cbm, für die Wiese 4.0 cbm, für das Gebiet zwischen Wiese und Elz 2.1 cbm, für die Elz und das durch den Leopoldskanal entwässernde Gebiet 7.6 cbm, für die Kinzig 7.9 cbm, für das Abflußgebiet zwischen der Kinzig und Alb (ohne Murg) 7.4 cbm, schließlich für die Murg 6.0 cbm, zusammen 38.9 cbm; für das linkseitige Gebiet**) und zwar insoweit dasselbe durch die Ill entwässert wird, 15 cbm und für die Restfläche 18.3 cbm, zusammen 33.3 cbm. Bei niedrigen Beharrungsständen können also von den Nebenflüssen des Rheins insgesamt nur gegen 70 cbm zu dem Mengenüberschuß in Maxau geliefert werden. Bei den sehr niedrigen Wasserständen von etwa 100 cm Wht. empfängt der Rhein daher 70 bis 80 cbm aus dem Grundwasserstrome; bei höheren Rheinständen aber wird unter sonst gleichen Verhältnissen dieser Zufluß geringer. Der Strom staut dann das Grundwasser zurück, das nur langsam dem Rhein wieder zufließt. Schließlich bei Wasserständen über der mittleren Sommerhöhe, die vom Grundwasserstand nicht mehr erreicht wird, gibt der Rhein wohl Wasser an seine durchlässigen Ufer ab. Das angegebene Höhen- und Mengen-Verhältnis besteht nur für den in keiner Hinsicht ungewöhnlichen Abfluß. Vorausgegangene stärkere Niederschläge von längerer Dauer veranlassen in Maxau einen höheren, anhaltend trockene Witterung oder starker Frost einen niedrigeren zugehörigen Beharrungsstand. Im ersten Falle wird der oberirdische Zufluß reichlicher als bei niedrigen Beharrungsständen; es wächst auch der Sicker- und Grundwasserzufluß zum Rhein. Im anderen Falle treten Wasserklemmen im oberirdischen Zuflusse ein oder es bleibt überhaupt nur die mäßige Grundwasserspeisung bestehen.

*) Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden. VIII. Heft. Karlsruhe.

**) Nach dem Rheinstromwerk auf Grund der Darstellung der hydrographischen Verhältnisse des Ill-Rheingebiets in Elsaß-Lothringen.

Im Unterrhein werden bei niedrigen Wasserständen 175 cbm mehr abgeführt, als durch den Rhein unterhalb der Moselmündung zufließen; von dieser Mehrung treffen auf die Nebenflüsse in der Zwischenstrecke nur 35 cbm, so daß etwa 140 cbm unterirdisch zufließen*).

Gleichhohe Beharrungsstände an einem bestimmten Stromorte aus verschiedenen Zeitabschnitten zeigen fast nie völlig übereinstimmende Höhen an den Folgestationen, namentlich wegen des wechselnden Wasserreichtums des Bodens in den verschiedenen Jahreszeiten sowie infolge der Umgestaltung der teilweise beweglichen Stromsohle des Rheins, die sich bei den niedrigen Beharrungsständen natürlich mehr geltend machen muß, als bei den mittleren und großen Rheinhöhen. Wie durch gelegentliche frühere Untersuchungen im Maingebiet**) festgestellt wurde und wie auch für andere Einzugsgebiete nachgewiesen ist, ändert sich im Laufe des Jahres der Feuchtigkeitszustand des Bodens von der wärmeren zur kälteren Jahreszeit ganz bedeutend. Die oft ausgiebigen Niederschläge im Herbste haben einen verhältnismäßig geringen oberflächlichen Abfluß zur Folge; ein größerer Teil des Regenwassers wird in dem, während der Sommermonate mehr oder minder ausgetrockneten Boden aufgenommen, vorübergehend zurückgehalten und nur langsam wieder abgegeben. Der Grundwasserstand beginnt dann im allgemeinen zuzunehmen und erreicht sein Höchstmaß meist mit dem Eintritt des Frühlings. Gewässer im leichter durchlässigen Gelände, wie der Oberrhein zwischen Basel und Bingen und der Niederrhein zwischen Bonn und Emmerich, welche, wie oben ausgeführt, an dem Grundwasserabfluß teilnehmen, erhalten, wenn sonst die Bedingungen dazu gegeben sind, in der Zeit des vermehrten Grundwassers mehr aus diesem Vorrate, so daß längerdauernde Beharrungsstände in der kühleren, jedoch frostfreien Jahreszeit an den unteren Stromorten immer größere Höhen erreichen, als gleiche Beharrungsstände in den Sommer- oder den ersten Herbstmonaten.

*) Nach den Feststellungen der kgl. Rheinstrombauverwaltung zu Coblenz.

**) Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. VI. Heft. Berlin 1901.

Digitized by Google

Gleichwie aber die einzelnen Jahreszeiten schon eine erkennbare Wirkung auf das Abflußverhältnis bei den gerade hiefür empfindlichen Beharrungszuständen auszuüben vermögen, so macht sich der Einfluß trockener und nasser Jahrgänge oder ganzer Reihen von Jahren noch weit mehr geltend. Es genügt hier, auf die Häufung ungewöhnlich niedriger Beharrungszustände in den Zeiträumen zwischen 1855 und 1870 sowie 1890–1905 hinzuweisen, welche als ausgezeichnete Trockenzeiten im Rheingebiete während des letzten Jahrhunderts bekannt geworden sind.

Wesentlich, besonders für die Höhenbeziehungen der niedrigen beharrenden Rheinstände ist namentlich auch der Wechsel in der Höhenlage der Stromsohle, welcher in einzelnen Abschnitten des Rheines bedeutende Beträge erreicht hat und bei einem Vergleiche der Rheinhöhen aus früherer und neuerer Zeit wohl zu berücksichtigen ist.

Die Höhenänderung der Stromsohle des Rheins läßt sich für weiter zurückliegende Zeitabschnitte mangels gleichzeitiger Längen- und Querschnittsaufnahmen sowie Wassermengenmessungen nur mittelbar, aus dem Verhalten der Wasserstände, erkennen; in diesem Verhalten kommt aber zugleich der Einfluß des mehr und minder großen Wasserreichtums des betrachteten Zeitabschnittes zum Ausdrucke; der letztere ist daher möglichst auszuschalten, wenn die Einwirkung der Höhenänderung der Stromsohle allein ersichtlich werden soll. Es waren somit zunächst Zeitabschnitte (Regelzeiten) festzustellen, die weder als ungewöhnlich naß noch als trocken zu betrachten sind, und sodann die Höhenänderungen der Rheinstände in solchen Abschnitten zu ermitteln. Ein bestimmter Zeitraum ist bekanntlich dann als Regelzeit aufzufassen, wenn er sich nicht oder nur wenig von dem langjährigen Mittel des Niederschlags entfernt. Nach den Untersuchungen von Hellmann*) liefern erst Beobachtungsreihen von 40jähriger und längerer Dauer genügend sichere Vergleichswerte. Auf solche beschränkt, verbleiben für das Rheingebiet die Beobachtungen von 20 Orten, die über das ganze Stromgebiet verteilt liegen und in der Zahlentafel 10 genannt werden. Die Niederschlagsmittelzahlen von je 5 aufeinander folgenden Jahren**) jeden Beobachtungsortes wurden hierauf in Hundertteilen des langjährigen Mittels ausgedrückt, aus den erhaltenen Prozentwerten Durchschnittszahlen für das ganze Rheingebiet gebildet und die Ergebnisse in den nebenstehenden Figuren graphisch dargestellt, wobei 100% die Nullinie bezeichnen, während die größeren Verhältniszahlen zu nassen, die kleineren zu trockenen Zeiträumen entsprechen. Die Niederschlagsverteilung kann auf Grund der wenigen Stationen nur qualitativ dargestellt werden; doch genügt dies für den vorliegenden Zweck. Die einzelnen Gebietsteile sind annähernd im Verhältnisse ihrer Größenanteile durch Stationen vertreten, so daß das arithmetische Mittel der Beobachtungen jener Stationen annähernd dem Durchschnittswerte für das Rheingebiet entsprechen kann; nur für das Jahrfünft 1881–1885 dürfte, wegen der eigentümlichen Niederschlagsverteilung im Jahre 1882, diese Voraussetzung nicht in gleicher Art zutreffen. Den Übergang zwischen jeder Nässe- und Trockenperiode bilden natürlich Zeiträume, welche nach keiner Richtung ein ungewöhnliches Verhalten zeigen; diese sind daher auch in bezug auf den Wasserabfluß als Regelzeiten aufzufassen, die weder zu hohe noch zu niedrige Wasserstände veranlassen können. Als solche Regelzeiten sind die in den Diagrammen mit kleinen Ringen bezeichneten Zeitpunkte zu betrachten; Wechsel in den Wasserstandsverhältnissen zu diesen Zeiten sind daher nur auf Höhenänderungen der Stromsohle zurückzuführen.

Am zuverlässigsten könnte der Wechsel in dem Wasserfassungsvermögen bestimmter Stromquerschnitte zu verschiedenen Zeiten bekanntlich durch den Vergleich der Höhen in lange dauernden Beharrungszuständen nachgewiesen werden; solche Beharrungszustände sind aber ziemlich selten, auch fallen sie meist nur in die kühle Jahreszeit zwischen Oktober und März. Gewissermaßen als Ersatz für die Beharrungsstände wurden hier die niedrigsten Monatsstände, welche selbst zu einem Teil jene Beharrungsstände bilden, gewählt; sie ermöglichen, alle Jahreszeiten gleichmäßig zu berücksichtigen. Die Gruppierung zu 5jährigen Mitteln geschah für die nämlichen Zeiträume, wie bei den Niederschlägen. Die gefundenen Wasserstandmittel wurden in angemessenem Höhenverhältnisse dargestellt. In jedem der Diagramme wurden hierauf jene Stellen bezeichnet und unter sich verbunden, die den Regelzeiten entsprechen; die erhaltenen Verbindungslinien zeigen dann unmittelbar den Wechsel in der Höhenlage der Stromsohle. In dem Zeitraum nach 1890 liegen die Niederschlagsmittel sämtlich unter den langjährigen Durchschnittswerten. Regelzeiten sind nicht mehr eingetreten, so daß sich für die Feststellung der Sohlenbewegung Schnittpunkte nicht ergeben. Immerhin läßt sich aus dem Verhältnisse der Amplituden der Niederschlags- und Wasserstandsdiagramme in den vorausgegangenen Zeitabschnitten folgern, daß die Linie, welche die Bewegungsrichtung der Sohle nach 1890 andeuten soll, in allen Teilen über dem Diagramm der Niederwasserstände bleiben muß, in dem Jahrfünft 1896–1900, welches der Regelzeit am nächsten kommt, sich jenen Diagrammen aber am meisten nähert. Der mutmaßliche Verlauf der Linie ist für den Zeitraum nach 1890 punktiert eingetragen. Der Verlauf der Verbindungslinie läßt auf die folgenden Änderungen der Stromsohle schließen:

Zu Waldshut ist die Rheinsohle zwischen den Jahren 1820 und 1860 um etwa 15 cm herabgegangen, steigt indes seit 1870 langsam wieder auf und hat gegenwärtig ungefähr die Höhe erreicht, welche sie anfangs des vorigen Jahrhunderts eingenommen hatte. Die Sohlenerhöhung trifft zeitlich mit der Juragewässer- und der Aarekorrektion zusammen, bei welcher bekanntlich große

*) Hellmann G. Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten. Berlin 1906.

**) Durch die fünfjährigen Mittelzahlen sollen Unstimmigkeiten, welche einzelnen Jahren etwa anhaften, wieder ausgeglichen werden.

Digitized by Google

Erd- und Geröllmassen durch die Aare abgeführt werden mußten; sie sind wohl teilweise in dem Rheinbette zur Ablagerung gekommen.

Bei **Basel** ist die Stromsohle seit Beginn der Wasserstandsaufzeichnungen in einer Eintiefung begriffen, die zwar nicht völlig gleichmäßig fortschreitet, jedoch im Durchschnitte gegen 0,7 cm im Jahre ausmacht; sie dauert bis zur Gegenwart an. Die Stromsohle lag im Jahre 1821 um rd. 60 cm, im Jahre 1871 um rd. 20 cm höher als 1905.

Kehl. Nach einer bei Kehl zwischen den Jahren 1820 und 1840 festgestellten kräftigen Eintiefung der Rheinsohle um 45 cm folgte eine wesentlich geringere, ziemlich gleichmäßige Sohlensenkung, die — noch weiter verlangsamt — bis in die jüngste Zeit andauert. Sie hat zwischen 1840 und 1890 rd. 80 cm betragen; die Rheinsohle liegt hier gegenwärtig 130 cm tiefer als um die Mitte der 1820er Jahre.

Zu **Maxau** kommt zunächst der gewaltige Eingriff in die natürlichen Stromzustände zwischen 1816 und 1830 durch ein rasches Sinken der Rheinsohle (zwischen 1816 und 1825 um fast 80 cm) zur Erscheinung. Nach 1825 erfolgt die Eintiefung mehr und mehr verlangsamt; sie ist bis 1840 insgesamt auf 110 cm, bis 1875 auf rd. 150 cm angewachsen. Seit Ende der 1870er Jahre ist die Stromsohle indes in einer langsamen Hebung begriffen, die bisher, also seit etwa 30 Jahren, gegen 25 cm erreicht hat und anscheinend noch nicht zum Abschlusse gekommen ist.

Bei **Mannheim** ist — abgesehen von dem Zeitraum vor 1826, für den indessen nur ungenügende Niederschlagsaufzeichnungen vorhanden sind — eine andauernde Eintiefung der Rheinsohle zu bemerken, die bis zur Mitte der 1860er Jahre verhältnismäßig langsam, von da ab bis zum Beginne der 1890er Jahre ungewöhnlich rasch fortgeschritten ist. Die Sohlensenkung hat innerhalb der 40 Jahre — von 1826 bis 1866 — rd. 30 cm umfaßt, ist in weiteren 20 Jahren — zwischen 1866 und 1885 — auf rd. 90 cm angewachsen und hat bis 1905 insgesamt 120 cm betragen. In den Zeitraum nach 1860 fallen umfangreiche Kiesentnahmen für Bauzwecke, die indes seit mehreren Jahren eingestellt sind.

Worms. Die Bewegung der Rheinsohle äußert sich hier in einer seit Beginn der Wasserstandsaufzeichnungen vorhandenen kräftigen aber langsam abnehmenden Eintiefung, die zwischen 1865 und 1875 zum vorläufigen Abschlusse gekommen war. Von 1875 bis 1890 ist eine unbedeutende Hebung zu beobachten; seitdem geht die Stromsohle wieder, wenn auch nur wenig, herab. Die Tieferbettung hat zwischen 1820 und 1840 rd 30 cm, bis 1860 weitere 25 cm, bis 1875 etwa 5 cm erreicht. Gegenwärtig liegt die Rheinsohle kaum 10 cm tiefer, als vor 30 Jahren.

In **Mainz** war die Rheinsohle seit den 1830er Jahren in einer allmählichen Erhöhung begriffen, welche bis um die Mitte der 1860er Jahre auf etwa 20 cm angewachsen war. Von jenem Zeitpunkte ab ist ein langsames Wiedereintiefen des Strombettes zu bemerken, das bis zum Beginne der 1880er Jahre nur geringe, dann jedoch schnellere Fortschritte gemacht hat und selbst noch in der Gegenwart fortbesteht. In Folge davon hat das Rheinbett um das Jahr 1900 die Höhenlage von 1830 wieder eingenommen.

Für **Bingen** liegen erst seit dem Jahre 1830 Wasserstandsaufzeichnungen vor. Die Bewegungen der Rheinsohle sind hier geringfügig; bis anfangs der 1860er Jahre ist fast keine Höhenänderung nachweisbar; bis 1865 geht die Sohle um 5 cm, bis 1870 um weitere 5 cm herab. Die Folgezeit ergibt nach einer vorübergehenden Hebung um 5 cm, die 1880 zum Abschlusse kommt, wieder eine langsame Tieferbettung des Rheins; sie hat jedoch seit 1830 den Betrag von 15 cm sicher nicht überschritten und wird hauptsächlich auf die Wirkung künstlicher Eingriffe zurückzuführen sein.

In **Coblenz** umfaßt der Wechsel in der Höhenlage der Stromsohle seit 1820 kaum 15 bis 20 cm.

Zu **Cöln** ist der anfänglichen, zwischen 1820 und 1840 eingetretenen Vertiefung der Rheinsohle um 5 cm in den nächsten 20 Jahren eine ungefähr ebensoviel betragende Aufhöhung gefolgt, dann bis in die Mitte der 1870er Jahre wieder eine Sohlensenkung, in den nächsten 10 Jahren eine Hebung, der bis gegen 1900 eine etwas stärkere Senkung als früher gefolgt ist. In den letzten Jahren scheint die Stromsohle bei Cöln wieder in der Aufhöhung begriffen zu sein. Im Durchschnitt ist seit 1820 eine langsam fortschreitende Eintiefung, die indes bis jetzt nicht viel über 15 cm erreicht haben dürfte, zu bemerken.

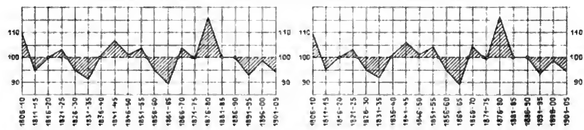
Ruhrort. Zwischen 1820 und 1870 ist eine regelmäßig fortschreitende Senkung der Rheinsohle von zusammen 60 cm festgestellt; von der Mitte der 1870er Jahre ab vollzieht sich diese Bewegung viel langsamer; sie hat von 1875 bis in die neueste Zeit weitere 10 cm betragen. Das Strombett ist unterhalb Ruhrort in seinen oberen Schichten in leicht bewegliches Gelände eingeschnitten, so daß die abschwemmende Tätigkeit des fließenden Wassers hier mit Erfolg zur Wirkung kommen konnte.

In **Emmerich** zeigt die Stromsohle eine ähnliche Bewegung, wie bei Ruhrort. Die Eintiefung ist von 1820 bis 1875 auf rd. 70 cm angewachsen; seitdem sind die Höhenänderungen geringfügig und deuten gegenwärtig eher auf eine Hebung als auf eine weitere Senkung des Rheinbettes hin.

Die vorerwähnten Einzelerscheinungen in der Bewegung der Rheinsohle zusammenfassend kann gefolgert werden, daß seit Beginn der verläßlichen Wasserstands-Aufzeichnungen der Strom zwischen Waldshut und Emmerich im allgemeinen in einer langsam fortschreitenden natürlichen Eintiefung begriffen ist, die je nach der Beschaffenheit des Bettes und des Stromgefälles verschieden groß gewesen ist, in der Gegend von Basel etwa 30 cm, bei Mainz 10 cm, bei Cöln 10 bis 15 cm kaum überschritten hat. Neben der natürlichen Eintiefung haben indes durch künstliche Eingriffe in die Stromzustände veranlaßt, stellenweise bedeutende Bewegungen der Rheinsohle stattgefunden, wodurch die natürliche Eintiefung zeitweilig oder andauernd verstärkt, aufgehoben oder selbst in eine Hebung übergeführt wurde. So läßt sich wie bemerkt, bei Waldshut die Wirkung der

Digitized by Google

FÜNFJÄHRIGE DURCHSCHNITTSWERTE DES NIEDERSCHLAGES IN HUNDERTTEILEN DES VIELJÄHRIGEN MITTELS.



FÜNFJÄHRIGE DURCHSCHNITTSWERTE DES JAHRESMITTELS AUS DEN NIEDRIGSTEN MONATSWASSERSTÄNDEN.

WALDSHUT

BASEL

KEHL

MAXAU

MANNHEIM

WORMS

MAINZ

BINGEN

COBLENZ

CÖLN

RUHRORT

EMMERICH

Digitized by Google

Geschiebeablagerung durch die Aare infolge der Juragewässerkorrektion vom Beginn der 1870er Jahre an erkennen. In dem Rheinlaufe zwischen Basel und Mannheim ist der zu verschiedener Zeit einsetzende Eingriff durch die Oberrheinkorrektion bemerkbar. Bei Basel selbst scheint die natürliche Eintiefung — durch Gefällssteigerung infolge rückschreitender Erosion in der unterhalb anschließenden Stromstrecke — seither noch eine Verstärkung erfahren zu haben. Stromabwärts zeigt sich Erosionswirkung indes nur bis unweit des Kaiserstuhles; denn bei Altbreisach ist weit eher eine Abschwächung als eine Vermehrung der natürlichen Sohlensenkung feststellbar. Unterhalb des Kaiserstuhles, bei Rheinau, ist auf die seit den 1840er Jahren erfolgte rasche Eintiefung mit Beginn der 1870er Jahre eine ebenso kräftige Hebung des Strombettes eingetreten, die in der Gegenwart noch andauert und auf das Vorrücken von Kiesmassen aus den oberhalb gelegenen Stromabschnitten hindeutet. Zwischen Plittersdorf und Philippsburg läßt sich jeweils nach dem Abschlusse der im Gefolge der Stromkorrektion eingetretenen mehr und minder starken Sohlensenkung eine längere Zeit andauernde Ruhelage der mittleren Rheinsohle erkennen; seit Mitte der 1880er Jahre jedoch ist die Sohle — zunächst zwischen Plittersdorf und Maxau — in einer deutlich merkbaren Hebung begriffen. Bei Philippsburg dauert der Ruhezustand auch gegenwärtig noch an, ebenso bei Speyer, wo indes die Senkungsbewegungen viel später, nämlich erst gegen Ende der 1880er Jahre zu einem Stillstande gekommen sind.

In der Rheinstrecke zwischen der Neckar- und Mainmündung waren die Wechsel in der Höhenlage der Stromsohle nur geringfügig; die höchste Lage hat hier das Rheinbett um die Mitte der 1850er Jahre erreicht, seitdem findet eine schwache Eintiefung statt. Die gleiche Bewegung wiederholt sich — etwas kräftiger — bei Mainz selbst, wo der Höchststand aber später, nämlich zwischen 1865 und 1870 festgestellt ist. Seit 1886 findet ein allmähliches Herabgehen der Stromsohle auch bei Mainz statt; die mittlere Gesamtbewegung in der rheinhessischen und in der Rheingau-Strecke hat indes 20 cm kaum betragen.

Bei Bingen sowohl als in dem ganzen Stromabschnitte innerhalb des rheinischen Schiefergebirges sind die festgestellten, im einzelnen nicht erheblichen Sohlenänderungen durch künstliche Eintiefung entstanden. Selbst noch bei Cöln ist die Rheinsohle in einer nur geringen — seit 1890 etwas kräftigeren — Senkungsbewegung begriffen; die stärkere Bewegung in den letzten Jahren ist ebenfalls wohl nur auf künstliche Einwirkung innerhalb der Stromstrecke zwischen Cöln und Düsseldorf zurückzuführen.

In der Niederrheinstrecke zwischen Ruhrort und Emmerich hat sich die Stromsohle, seit Beobachtungen über die Abflußerscheinungen vorliegen, in einem allmählich und äußerst regelmäßig fortschreitenden Eintiefungsprozeß befunden, der aber mit Beginn der 1890er Jahre zu einem Stillstande gekommen sein dürfte. Bei Ruhrort und Wesel sind seit 1890 größere Höhenänderungen der Sohle kaum eingetreten, bei Emmerich ist jedoch eine langsame Hebung des Strombettes in der neuesten Zeit wahrscheinlich.

Um die Ergebnisse der obigen Feststellungen für die Vergleichung niedriger Beharrungsstände weiter auseinanderliegender Zeiträume leichter benützbar zu machen, wurden die Abweichungen der verschiedenen Höhenlagen der Stromsohle von der mittleren Höhe des Jahrfünfts 1856—1860 berechnet und in der Zahlentafel 11 zusammengestellt, wobei mit + die Hebungen, mit — die Senkungen bezeichnet sind.

Auf höhere Wasserstände sind die Verbesserungen natürlich nicht ohne weiteres übertragbar, da, wie leicht erklärlich, der Einfluß der Sohlenverschiebung mit dem wachsenden Wasserstande erheblich geringer wird. Bei Basel, wo die seitliche Begrenzung des Abflußprofils des Rheins im Laufe des vorigen Jahrhunderts nur unwesentliche Änderungen und die Sohle nur Vertiefungen erlitten haben konnte, sind die nachstehenden Reduktionswerte gefunden. Gegenüber dem Zustande von 1816 beträgt die

Senkung bei:	100 cm	200 cm	300 cm	400 cm	500 cm	600 cm Basel
zwischen:						
1821—1825	5 cm	3 cm	3 cm	2 cm	2 cm	2 cm
1831—1835	14 »	9 »	7 »	6 »	4 »	4 »
1841—1845	22 »	15 »	12 »	10 »	7 »	6 »
1851—1855	30 »	20 »	16 »	13 »	10 »	8 »
1861—1865	38 »	26 »	20 »	16 »	12 »	10 »
1871—1875	46 »	32 »	25 »	20 »	15 »	13 »
1881—1885	53 »	35 »	28 »	22 »	17 »	14 »
1891—1895	63 »	43 »	34 »	27 »	20 »	17 »
1901—1905	71 »	48 »	38 »	30 »	23 »	20 »

Von dem Hochwasserstand von 1852 zu Basel, welcher über 600 cm erreicht hatte, sind daher, wenn er mit Wasserständen der jüngsten Zeit verglichen werden soll, nach der obigen Zusammenstellung 20 — 8 = 12 cm in Abzug zu bringen, um der Einwirkung der Sohlensenkung in der Zwischenzeit Rechnung zu tragen.

Im allgemeinen ist aus den vorstehend für Basel gewonnenen Werten zu entnehmen, daß bei mittleren Rheinständen kaum $^2/_3$ des Betrages der Sohlensenkung als Wasserstandsänderung in Rechnung kommen kann. Gleichwohl sind selbst diese verminderten Werte in den Stromstrecken mit sehr bewegter Sohle noch zu groß, um vernachlässigt werden zu dürfen. In der Zahlentafel 12 wurden daher für die wichtigeren Stromorte und für die 50jährige Reihe 1851—1900 jene Mittelhöhen sowie die an denselben anzubringenden Korrekturwerte jeweils für fünfjährige Gruppen zusammengestellt und die verbesserten Mittelzahlen berechnet. Da bei der Ableitung der Korrekturwerte eine bestimmte Lage der Rheinsohle vorausgesetzt werden mußte, so wurde im vorliegenden Falle auf den Zustand des Strombettes zwischen 1886 und 1890 Bezug genommen, weil dieses Jahrfünft einen weder ungewöhnlich nassen noch trockenen Zeitraum umfaßt.

Digitized by Google

Die **Anschwellungen des Rheins**, zu deren Entstehung die Bedingungen weit häufiger als für den gleichbleibenden Abfluß gegeben erscheinen, sind, je nach ihrer Herkunft, entweder auf Anschwellungen der Hochgebirgsflüsse oder der Mittelgebirgsflüsse zurückzuführen oder es sind — in seltenen Fällen — alle oder doch die meisten Gewässer des Stromgebietes gleichzeitig beteiligt.

Unter den Anschwellungen aus den Hochgebirgsflüssen verdient das besondere Interesse die fast alljährlich auftretende, als »Sommeranschwellung des Oberrheins« bekannte Erscheinung. Die in den Hochgebirgsflüssen während der wärmeren Jahreszeit nahezu gleichzeitig zunehmende Wasserführung veranlaßt auch im Oberrhein eine mehr und minder mächtige steigende Bewegung, die meist im April einsetzt, um die Jahresmitte den Höhepunkt erreicht und sodann gegen den Herbst zu allmählich abnimmt. Die Amplitude der Gesamtbewegung beträgt zu Waldshut selten über 1000 cbm, dagegen kann die Dauer der Anschwellung bis zu 9 Monate umfassen. In der Hauptsache wird das Sommerhochwasser hervorgerufen durch die gesteigerte Überregnung der obersten Abschnitte des Rheingebietes in der wärmeren Jahreszeit. Der Schnee- und Gletscherabfluß nehmen nach den Untersuchungsergebnissen auf S. 18 im Juli mit 37 %, im Juni und August mit 30 % daran teil; Schweizer Rhein und Aare liefern annähernd gleiche Maximalmengen, der Rhein nur kurze Zeit um die Mitte des Jahres, die Aare dagegen in ziemlich unveränderter Stärke während des ganzen Monats Juli. Der Abgang der Schnee- und Eismassen ist hiernach nicht ausschlaggebend, ja nicht einmal hervorragend an der Entstehung der Sommeranschwellung des Oberrheins beteiligt. Wesentlich für die mehr und minder lange Dauer des Hochstandes ist dagegen die Wirksamkeit der großen Alpenrandseen, vor allen des Bodensees. Die periodische Oberrheinanschwellung überschreitet nur ausnahmsweise die Höhe der bebauten Ufergelände und wird als mäßige Erhebung auch im Mittel- und Niederrhein noch beobachtet.

Neben der regelmäßigen Sommeranschwellung können auch die in den Hochgebirgsflüssen zeitweise auftretenden außergewöhnlichen Anschwellungserscheinungen noch als solche im Rhein unterhalb Waldshut sich geltend machen, erreichen aber hier nur selten, unter besonders ungünstigen Umständen eine wesentliche Bedeutung. Wie früher bemerkt, entstehen diese außergewöhnlichen Anschwellungen der Hochgebirgsflüsse meist im Sommer oder gegen den Herbstbeginn durch andauernd starke Überregnung der Alpenlandschaften; sie werden aber in ihrem weiteren Verlaufe durch Wasserzurückhaltung in den Alpenrandseen stark abgeschwächt und erreichen den Oberrhein meist als durchaus geringfügige Wellen. Befindet sich aber der Rhein, wie gewöhnlich um jene Jahreszeit, wegen des Ablaufes der regelmäßigen Sommeranschwellung schon auf größerer Höhe, so kann auch eine an sich nicht erhebliche weitere Höhenzunahme veranlassen, daß er die Hochwassergrenze überschreitet. Zuweilen werden mit dem eigentlichen Hochgebirge zugleich das Alpenvorland und vielleicht ein Teil der Schweizer Hochebene äußerst stark überregnet; dann treten auch in den Abflüssen der Thuralpen, der Emmentaler Alpen und der außeralpinen Zuflüsse des Schweizer Rheins und der Aare größere Anschwellungen auf, welche durch keine zwischenliegenden Seebecken abgeschwächt, dem Hauptstrome nahezu gleichzeitig bedeutende Wassermassen zuführen können; in solchen Fällen kann hier die Hochwassererscheinung auf beträchtliche Höhen anwachsen. Die großen Sommerhochwasser des Oberrheins nehmen schon im Mittelrhein wesentlich an Mächtigkeit ab und erreichen im Niederrhein gewöhnlich überhaupt nicht mehr die Hochwassergrenze; sie verlieren durch ausgedehnte Überflutung der Ufergelände an Höhe und erhalten durch die Nebenflüsse des Mittel- und Niederrheins in der wärmeren Jahreszeit nur selten eine namhafte Verstärkung.

Im Oberrhein treten größere Anschwellungen vereinzelt auch in der kälteren Jahreszeit, namentlich im Winter und Vorfrühling auf; an solchen Erscheinungen sind die eigentlichen Hochgebirgsflüsse kaum beteiligt. Das Entstehungsgebiet der Winteranschwellungen umfaßt nur das Alpenvorland und die Schweizer Hochebene, deren Abflüsse infolge von raschem Schneeabgang bei warmen Regen über gefrorenem oder wasserdurchtränktem Boden für sich schon im Oberrhein ansehnliche Anschwellungen veranlassen können. Da der starken Überregnung jedoch erfahrungsgemäß sehr häufig Schneefälle nachfolgen und der nachhaltige Abfluß aus den Randseen nur wenig in Betracht kommen kann, so sind die Winteranschwellungen des Oberrheins aus den Schweizer Gewässern meist von kurzer Dauer.

Anschwellungen des Rheins, veranlaßt durch solche der Nebenflüsse aus den Mittelgebirgslandschaften, können wie diese Nebenflußwellen selbst, zu allen Jahreszeiten entstehen. Am häufigsten treten sie in der kühleren Jahreshälfte ein, da dann, wie früher dargelegt, die natürlichen Bedingungen zu einer gesteigerten Wasserführung in den Mittelgebirgsflüssen die günstigsten sind. Die allgemeine und in der Regel auch ziemlich gleichzeitige Zunahme der Abflußmenge der Mittelgebirgsflüsse im Winter und Frühjahr veranlaßt auch im Mittel- und Niederrhein Anschwellungen, die wohl zu den periodisch wiederkehrenden Erscheinungen gezählt werden dürfen, wenn sie sich auch nicht mit der gleichen Regelmäßigkeit einstellen, wie etwa die Sommerwelle des Oberrheins; sie verlaufen weniger stetig wie jene, zuweilen sogar schroff und — mangels ausgedehnter wasserzurückhaltender Flächen — selten nachhaltig.

Mit der erwähnten periodischen Abflußsteigerung in den Mittelgebirgsflüssen, welche gewöhnlich nur eine kräftige Wasserführung ohne eigentliche Hochwassererscheinungen in den mittleren und unteren Stromabschnitten während der kühleren Jahreszeit veranlaßt, können indes außergewöhnliche Anschwellungen in einzelnen oder gleichzeitig in den meisten Nebenflüssen des Mittelgebirges zusammentreffen und je nachdem eine mehr oder minder mächtige Flutbewegung im Rhein herbeiführen. Solche Hochwassererscheinungen werden in der Regel durch andauernde starke Regenfälle auf schon

Digitized by Google

mit Wasser durchtränktem Boden wohl auch durch raschen Abgang von größeren über gefrorenem Boden lagernden Schneemassen unter der Mitwirkung warmer, auflösender Regen herbeigeführt. War der Abfluß im Rhein bei Beginn der stärkeren Überregnung schon ungewöhnlich groß, so können außerordentliche Flutwellen entstehen. Wesentlich für die Höhe und Dauer der Rheinanschwellung bleibt auch dann neben der Mächtigkeit der Zuflußwellen die zeitliche Aufeinanderfolge, in welcher diese zum Rhein gelangen und sich gegenseitig verstärken.

Anschwellungen in den Nebenflüssen des Mittelgebirges in der wärmeren Jahreszeit — meist im Gefolge von Gewittererscheinungen — führen, da sie wegen des verhältnismäßig geringen Abflusses im Sommer bedeutendere Höhen in der Regel nicht erreichen, auch nur selten mehrere der großen Nebenflußgebiete gleichzeitig umfassen, nur ausnahmsweise zu Hochwasser im Mittel- und Niederrhein. In solchen Fällen kommt es dann wohl auf das gleichzeitige Verhalten des Oberrheins an, namentlich darauf, wie die hier sich entwickelnde Fluterscheinung zeitlich mit den Wellen aus den großen Mittelgebirgsflüssen zusammentrifft.

Bei der Mannigfaltigkeit der Entstehungsursachen von Rheinanschwellungen sind diese natürlich keine seltenen Vorkommnisse, wenn auch das Zusammentreffen von Umständen, welche die Entwicklung großer Hochwasser begünstigen, nicht allzu häufig ist. Zur Feststellung der Häufigkeit der Anschwellungen in bezug auf Herkunft, Höhe und jahreszeitliche Verteilung waren bestimmte Annahmen wegen der Auswahl der zu berücksichtigenden Erscheinungen zu machen; es sollten nur Rheinanschwellungen in Betracht kommen, durch welche — sei es im oberen, mittleren oder im unteren Stromlaufe — jene Höhengrenzen erreicht oder überschritten worden waren, die den Beginn der allgemeinen Überflutung des Ufergeländes bezeichnen. Als maßgebend wurden angenommen die Höhen von 400 cm zu Basel für den Oberrhein, von 800 cm in früherer und 700 cm in jüngster Zeit zu Mannheim sowie 350 cm zu Mainz für den mittleren Rhein und von 600 cm zu Cöln für den Stromlauf unterhalb der Moselmündung. Zeitlich nahe aufeinanderfolgende Anschwellungen sollten nur dann als selbständige Erscheinungen betrachtet werden, wenn der Rheinstand zwischen den einzelnen Erhebungen bis auf die Hochwassergrenze oder unter diese herabgegangen war. Bei mehreren aufeinanderfolgenden Wellen, die ein und derselben Anschwellung angehören, war möglichst der höchste Wellenzug in Betracht zu ziehen. Solche Festsetzungen bleiben natürlich mehr und minder willkürlich; sie kommen indessen im vorliegenden Falle der Kennzeichnung der Häufigkeit der Hochwassererscheinungen doch möglichst nahe.

Das verfügbare Beobachtungsmaterial, welches sich über einen Zeitraum von nahezu einem Jahrhundert erstreckt und in der Zahlentafel 13 zusammengestellt ist, wobei die den Höhenzahlen (in cm) beigefügten Indices den Tag der Scheitelbildung bezeichnen, hat ergeben, daß insgesamt in 90 Beobachtungsjahren 72 Oberrhein-Anschwellungen und in 85 Beobachtungsjahren 104 Anschwellungen des Niederrheins stattgefunden haben. Nur in 14 Fällen handelt es sich um allgemeine Hochwasser im ganzen Rheinlaufe. Unter den genannten Hochwassererscheinungen befinden sich etwa 6 von außergewöhnlicher Bedeutung. An keiner der Oberrhein-Anschwellungen hatten die eigentlichen Hochgebirgsflüsse einen bemerkenswerten Anteil; anderseits wird im mittleren und unteren Stromlaufe die Entwicklung einer Rheinanschwellung zum Hochwasser weit eher durch das Zusammentreffen der Scheitel von im einzelnen keineswegs belangreichen Anschwellungen der Nebenflüsse als durch hohe Wellen eines oder mehrerer dieser Gewässer, die sich nicht mit den Hochständen begegnen, bedingt.

Der Oberrhein hatte — sofern man die Senkung der Stromsohle und die damit verknüpfte Verschiebung der Hochwassergrenze berücksichtigt — zu Basel innerhalb des hundertjährigen Zeitraumes (1808—1907) nach Zahlentafel 15 132 mal hohen Wasserstand und befand sich an 327 Tagen über der Hochwassergrenze; auf jedes Jahr der Gesamtperiode treffen somit durchschnittlich 1.32 Anschwellungen. Die große Häufigkeit erklärt sich durch den infolge der regelmäßigen Sommeranschwellung ohnehin verhältnismäßig hohen Stand des Rheins, von dem aus selbst an sich nicht bedeutende Wellen die Hochwassergrenze überschreiten können. 70 % aller Anschwellungen mit zusammen 249 Hochwassertagen fallen in die wärmere Jahreszeit Juni bis September; Mai, November und Dezember sind mit je 7 % beteiligt, März und Oktober mit 4 %; auf April, Februar und Januar treffen nur 2 bis 3 %. Die Verteilung der Anschwellungen und der Hochwassertage auf die einzelnen Monate gestaltet sich wie folgt:

	Fälle	Tage		Fälle	Tage
Januar . . .	4	6	Juli	29	78
Februar . .	3	5	August . . .	18	50
März . . .	6	9	September . .	18	50
April . . .	2	3	Oktober . .	5	14
Mai	7	11	November . .	7	16
Juni	26	71	Dezember . .	7	14

Die Häufigkeit der Oberrheinanschwellungen nimmt mit wachsenden Höhen sehr schnell ab; für den oben bezeichneten Zeitraum fanden sich Hochwasser von 400 bis 440 cm Höhe in 85 Fällen, solche von 440 bis 470 cm in 21 Fällen. Anschwellungen über 470 cm Basel sind — insgesamt in 21 Fällen — über 550 cm in nur 5 Fällen verzeichnet.

Mit dem Vorrücken der Oberrheinwelle aus dem oberen Stromabschnitte in die unteren und mit der Aufnahme neuen Zuflusses aus den Mittelgebirgen wird das Verhältnis der Zahl der Sommeranschwellungen (rd. 70 %) zu jener der Winteranschwellungen (rd. 30 %) mehr und mehr geändert. Schon oberhalb der Neckarmündung — unter dem Einflusse der Schwarzwald-Vogesenflüsse treten ebensohäufig Winter- als Sommer-Hochstände ein; an der Mainmündung umfassen die Winterhochwasser 70 % aller Erscheinungen und im Niederrhein — unterhalb Ruhrort — sind kaum andere, als Hochwasser aus der kälteren Jahreszeit festgestellt.

Digitized by Google

Der Niederrhein ist in dem 90 jährigen Zeitraum zwischen 1817 und 1906 108 mal über der Hochwassergrenze von 600 cm Cöln gestanden*). Auf jedes Jahr des Beobachtungszeitraumes treffen somit hier durchschnittlich nur 1.2 Erhebungen oder eine Anschwellung auf je 10 Monate. Im Niederrhein sind daher die Anstiege über die allgemeine Überflutungsgrenze seltener oder diese Grenze liegt verhältnismäßig höher als jene des Oberrheins bei Basel; wahrscheinlicher ist indes die erstere Ursache; denn am Oberrhein wird, wie schon erwähnt, wegen der Sommeranschwellung leichter die Hochwassergrenze überschritten als am Niederrhein. Von der Gesamtzahl der Fälle treffen 87 % auf die kühlere Jahreszeit Oktober bis März, 60 % allein auf die 3 Monate Januar bis März. Insgesamt ist zwischen 1817 und 1906 der Rhein zu Cöln an 761 Tagen über der Hochwasserhöhe gestanden, so daß sich als durchschnittliche Dauer einer Anschwellung etwa 8 Tage ergeben. Am häufigsten treten Hochwasser von 4, 5 und 8 Tagen Dauer ein, doch sind auch vier Fälle von 30 bis 35 tägiger Dauer festgestellt. Im Januar stand der Rhein zu Cöln während 139 Tagen, im August überhaupt nicht über der Flutgrenze. Anschwellungen zwischen 600 und 700 cm umfassen 65 % aller Erscheinungen; jene zwischen 700 und 800 cm etwa 21 %, während die großen Hochwasser zwischen 800 und 900 cm ungefähr 11 % ausmachen. In etwa 3 % der 108 Fluterscheinungen ist der Rhein über 900 cm gestanden.

Die zu Waldshut aus dem Zusammentreffen der Rhein- und Aarewellen entstehende Oberrheinanschwellung zeigt je nach der Beteiligung der Zuflüsse aus dem Hochgebirge und dem Alpenvorlande verschiedenes Gepräge. Die Anschwellungen aus den Hochgebirgsflüssen werden, wie ausgeführt, durch die Alpenrandseen, die Abflüsse aus dem Schweizer Jura zur Aare durch die großen Juraseen mehr und minder stark abgeflacht und bilden daher in der Regel langsam steigende, mäßig hohe aber längerdauernde Wellen; sie haben wegen der verhältnismäßig großen Lauflänge der Gewässer zugleich bedeutende Wege zurückzulegen und erreichen Waldshut zu einem Zeitpunkte, da hier die gleichzeitig entstandenen Anschwellungen der Flüsse des Alpenvorlandes und der Schweizer Hochebene schon den Höhepunkt ihrer Entwicklung überschritten haben. Die Fluterscheinungen der letztgenannten Gewässer steigen in der Regel schroff an und besitzen, da die Zuflüsse meist nicht nachhaltig sind, kurze Dauer. Die Anschwellungen können aber schon nach wenigen Stunden den Rhein erreichen und sich bei ziemlich übereinstimmender Lauflänge mit den Höchstständen begegnen. Der Scheitel der Rheinwelle zu Waldshut erscheint fast ebenso häufig als unmittelbare Folge der von Kadelburg her vorrückenden Schweizerrheinwelle wie der bei Döttingen beobachteten Aareanschwellung. In einigen Fällen, die auf Grund der bekannten Abflußmengen eingehender verfolgt sind, ist der Scheitel zu Waldshut durch das Fallen des einen und das Steigen des anderen Gewässers entstanden.

In den bei weitem meisten Fällen wird hiernach Ansteigen und Scheitelbildung der Anschwellungen zu Waldshut vorherrschend durch die Nebenflüsse des Alpenvorlandes, das langsame Fallen durch die Abflüsse der Randseen bedingt. In keinem Falle eines bedeutenden Oberrheinhochwassers haben gleichzeitig die Randseen ihre Höchststände erreicht, so daß die Seeabflüsse an dem Zustandekommen der größten Höhen im Rhein jedenfalls nur in geringerem Grade beteiligt sind.

Die seither aufgetretenen großen Anschwellungen des Rheins haben zu Waldshut Höhen bis zu 667 cm und in der Überflutungshöhe von 500 cm eine mittlere Dauer von nahezu 36 Stunden erreicht. Die Dauer wechselt mit der Jahreszeit. Die Winteranschwellungen verbleiben durchschnittlich kaum 24 Stunden, die Sommerwellen dagegen infolge der Wasserzurückhaltung in den Seen rd. 40 Stunden über der Hochwassergrenze.

Die Beteiligung von Rhein und Aare an dem Abflußvorgange zu Waldshut — verschieden bei den einzelnen Anschwellungen und innerhalb dieser wieder verschieden mit der wechselnden Wasserführung der beiden Flüsse — wurde für die größeren Hochwasserwellen durch Teilung mit Hilfe der gleichwertigen Höhen Kadelburg-Waldshut ermittelt. Die Anteile an der Rheinhöhe zu Waldshut wurden durch die entsprechenden Abflußmengen ersetzt und die Ergebnisse in Hundertteilen der Gesamtabflußmenge Waldshut in der Zahlentafel 4 verzeichnet. Im allgemeinen ist bei den Sommerhochwassern des Oberrheins aus der früheren Zeit die Beteiligung der Aare nicht unwesentlich größer, als jene des Schweizer Rheins und seiner Nebenflüsse, wenn auch mit einzelnen Ausnahmen, die, wie das Hochwasser vom August 1824 oder jenes vom Juni 1876 auf starke Überregnung der östlichen Schweiz und insbesondere der Einzugsgebiete der Thur, Töß und Glatt zurückzuführen sind. Seit Beginn der 1880er Jahre dagegen ist bei den Rheinanschwellungen zu Waldshut aus der wärmeren Jahreszeit eine geringere Beteiligung der Aare zu erkennen, die wohl auf die Wasserzurückhaltung in den Seengebieten der Westschweiz zurückgeführt werden darf. Bei den Winteranschwellungen kommt, wegen des verminderten Anteils der Hochgebirgsflüsse um jene Zeit die Wirksamkeit der Seen überhaupt wenig zur Geltung.

Die Anschwellungserscheinungen rücken im Rhein zwischen Waldshut und Emmerich mit einer den wechselnden Gefälls- und Querschnittsverhältnissen entsprechenden Fortpflanzungsgeschwindigkeit vor, die, wie schon seither bekannt war und durch die Ergebnisse der früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand*) bestätigt worden ist, im wesentlichen von der

*) Die abweichenden Angaben des Rheinstromwerkes (S. 214), in welches die Häufigkeitszahlen aus der preußischen »Denkschrift über die Ströme Memel, Weichsel, Oder, Elbe, Weser und Rhein«, Berlin 1888, übernommen sind, rühren von der dort und hier verschiedenen Zählweise der einzelnen Hochwassererscheinungen her.

*) Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. III. Heft. Berlin 1897.

Digitized by Google

mit dem Wasserstande veränderlichen Stromgeschwindigkeit und von der mittleren Tiefe des Abflußquerschnitts abhängt.

Die früheren Untersuchungen umfaßten in der Hauptsache nur die Stromstrecke zwischen der Aare- und der Neckarmündung, für welche die Aufzeichnungen der selbstschreibenden Pegel zu Waldshut, Kehl, Maxau und Mannheim aus dem Zeitraum von wenigen Jahren benutzt werden konnten. Seitdem sind, zumeist auf Anregung des Zentralbureaus, längs des ganzen Rheinstromes zwischen Waldshut und Emmerich selbstschreibende Pegelstellen in größerer Zahl eingerichtet worden[*]), so daß es möglich war, die Zeitfolgeverhältnisse nunmehr für den ganzen Rhein zwischen den genannten Orten genauer zu untersuchen. Insbesondere konnte die Fortpflanzungsdauer auch von verhältnismäßig niedrigen Rheinständen, für die vordem keine oder doch nur ungenaue Beobachtungen vorhanden waren, mit einer für die meisten Fälle der Anwendung genügenden Sicherheit festgestellt werden. Für alle Erscheinungen im Verlaufe der Wasserstandsbewegung des Rheins, welche je nach Umständen an den aufeinanderfolgenden Stromorten oder auf eine größere Rheinstrecke hin als zusammengehörig und durch die inzwischen zufließenden Nebengewässer nicht oder nur unwesentlich beeinflußt betrachtet werden durften, worüber in zweifelhaften Fällen besondere Untersuchungen notwendig waren, wurde der zeitliche Eintritt so genau, als dies die Aufzeichnungen ermöglicht haben, festgestellt. Die erhaltenen Zeitunterschiede für die einzelnen Stromstrecken wurden dann als Ordinaten zu der Höhe des Rheinstandes an der oberen Stromstation aufgetragen und die meist zahlreichen und gut übereinstimmenden Einzelbeobachtungen durch eine vermittelnde Linie ersetzt. Schließlich wurden die Fortpflanzungszeiten in den Einzelstrecken nach Maßgabe der gleichwertigen Rheinstände zusammengesetzt und dadurch die Gesamtdauer, bezogen auf die Höhe des Wasserstandes am Pegel zu Waldshut als Ausgangsstelle gewonnen, wie aus der beigegebenen Darstellung entnommen werden kann.

In der Darstellung gibt die Teilung der linksseitigen senkrechten Begrenzungslinie den Rheinstand zu Waldshut an; die ihm gleichwertigen Wasserstände an den Folgestationen werden durch die Wagrechten bezeichnet. Die Fortpflanzungsdauer einer Rheinwelle von bekannter Höhe zu Waldshut zwischen Waldshut und einer beliebigen Folgestation wird somit durch den Abschnitt bestimmt, welcher zwischen der linksseitigen Begrenzungslinie und der, der Folgestation zugehörigen Zeitdauerlinie auf jener Wagrechten verbleibt, die der Anschwellungshöhe Waldshut entspricht. Mittels der Darstellung kann übrigens auch die Fortpflanzungsdauer einer Anschwellung zwischen beliebigen Rheinstationen unmittelbar angegeben werden, da jeder einer Folgestation zugehörigen Zeitdauerlinie soviele auf den Pegelnullpunkt der Station sich beziehenden Rheinhöhen beigeschrieben sind, daß Zwischenschaltungen ohne weiteres vorgenommen werden können. So pflanzt sich beispielsweise eine Rheinwelle von 300 cm Höhe in Oppenheim (gleichwertig mit 360 cm Wht.) bis Wesel, wo ihr eine Wellenhöhe von 200 cm entspricht, in 146 - 90 = 56 Stunden fort.

Der höchste seither in Waldshut festgestellte Rheinstand von 670 cm entspricht im gleichwertigen Höhenverhältnisse in Mannheim dem bedeutenden Hochwasserstande von 860 cm, in Mainz dem mäßigen Hochwasser von nicht ganz 400 cm; er erreicht in Cöln aber bei weitem nicht mehr die Überflutungsgrenze. Um die Darstellung gleichwohl für die mittleren und unteren Stromabschnitte vollständiger zu gestalten, waren zu den Höhen über 860 cm Mhm. und 400 cm Mz. die bisher zwar nicht beobachteten aber auf Grund des Verhältnisses der Abflußgeschwindigkeiten und der Abflußquerschnitte in bekannter Art annähernd bestimmbaren gleichwertigen Höhen für Waldshut rückschließend festzustellen; damit war es möglich, die Fortpflanzungsdauer auch noch von Rheinwellen, die eine Wasserhöhe von 600 cm in Mainz und dementsprechend 700 cm in Cöln erreichen, mit zur Darstellung zu bringen.

Die Rheinwelle schreitet bei den ungewöhnlich niedrigen Ständen (100 bis 150 cm Wht.) von der Aaremündung aus bis zum Neckar in 52 Stunden, bis zur Mainmündung in 75 Stunden, bis zur Moselmündung in 100 Stunden fort; sie erreicht Cöln nach Umfluß von 117 Stunden, Emmerich nach 158 Stunden. Die Fortpflanzungsdauer wird dann mit steigendem Strome zunächst kleiner, die Wellengeschwindigkeit nimmt demnach zu. Der Höchstwert tritt ein für den Rhein bis Mainz bei 250 cm Wht., also schon bei mittleren Wasserständen, sobald eine völlige Ueberflutung der Kiesbänke erfolgt, bis Cöln bei 300 cm Wht., bis Emmerich bei 320 cm Wht.; bei den genannten Höhen legt die Rheinwelle die Gesamtstromstrecke von 742 km in 141 Stunden, durchschnittlich also 5,3 km in der Stunde zurück. Bei weiter wachsendem Rhein vergrößert sich die Ablaufdauer wieder, anfänglich langsam, bis die Uferhöhe erreicht ist, was bekanntlich nicht überall gleichzeitig erfolgt. Erst die allgemeine Überflutung der Ufergelände kommt durch eine bedeutende Zunahme der Ablaufdauer zur Geltung.

In den oberen Stromabschnitten beginnt die Überflutung bei Rheinständen zwischen 400 und 500 cm zu Hüningen, in der Strecke Rheinau und Maxau zwischen 420 und 520 cm zu Rheinau, in der Gesamtstrecke Waldshut-Maxau zwischen 400 und 550 cm Waldshut; die Fortpflanzungsdauer wächst innerhalb dieses Stromabschnittes und Höhenunterschiedes von 43 bis 77 Stunden an. Unterhalb der Neckarmündung macht sich die Ausbreitung der Anschwellungen erst von etwa 750 cm zu Mannheim, im Rheingau von rd. 400 cm Mainz an geltend; doch beträgt die Zunahme der Zeitdauer infolge der Überflutung des Ufergeländes nur wenige Stunden. In der Rheinstrecke Bingen—Bonn ist weit eher eine Abnahme der Zeitdauer als eine Vergrößerung bei dem die Uferhöhe überschreitenden Strome zu bemerken; die

[*]) Selbstschreibende Pegelstellen am Rhein sind gegenwärtig im Gange zu Waldshut, Basel, Hüningen, Altbreisach, Rheinau, Marlen (Kehl), Gambsheim, Plittersdorf, Lauterburg, Maxau, Speyer, Mannheim, Frankenthal, Oppenheim, Mainz, Bingen, Kaub, Boppard, Coblenz, Andernach, Ariendorf (Linz), Cöln, Düsseldorf, Ruhrort, Rees.

Digitized by Google

zweifellos vorhandene geringe Zunahme infolge der meist unbedeutenden Überflutungen wird offenbar durch das Anwachsen der Stromgeschwindigkeit bei Hochwasser wieder ausgeglichen. Unterhalb Bonn setzt die Überflutung bei Rheinständen zwischen 550 und 600 cm zu Cöln an den verschiedenen Stromorten ein; die Fortpflanzungsdauer nimmt dann für diese größeren Höhen stellenweise erheblich zu, bis bei 800 cm zu Cöln etwa das Maximum erreicht ist.

Die größte seither entstandene Oberrheinwelle von rd. 670 cm Waldshut hat den Strom bis Mannheim in 122 Stunden — von Basel bis Mannheim in 115 Stunden — bis Cöln in 167, bis Emmerich in 196 Stunden durchlaufen. Am Anfange des vorigen Jahrhunderts — vor der Ausführung der Korrektion des Oberrheins — ist, wie die nachstehenden, den Wasserstandsaufzeichnungen zu Basel und Mannheim entnommenen Eintrittszeiten der korrespondierenden Höchststände der vier größten Anschwellungen jener Zeit, nämlich

1801	XII. 31.	—	654 cm Bsl.	—	1802	I. 5.	—	820 cm Mhm.
1812	II. 17 abds.		489 » »	—	1812	II. 22. mgs.		754 » »
1812	XI. 15. mttgs.		477 » »	—	1812	XI. 19—20 mgs.		736 » »
1813	VII. 12. abds.		516 » »	—	1813	VII. 17.	—	781 » »

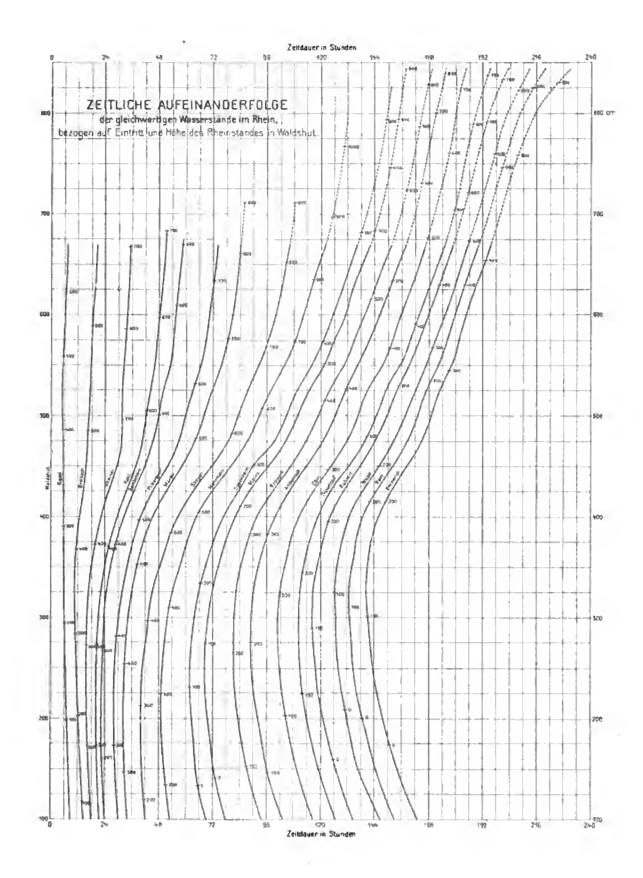
ergeben, die Fortpflanzungsdauer zwischen Basel und Mannheim bei den höheren Rheinständen nicht wesentlich von der gegenwärtigen verschieden gewesen; sie hat ebenfalls beiläufig 4 bis 5 Tage umfaßt. Die Hochwasserwelle ist schon ehedem, wie leicht erklärlich, nur dem Haupttalwege zwischen den verschiedenen Gießen und Rinnen des Wildstromes gefolgt und dieser Talweg entspricht annähernd der gegenwärtigen gekürzten Strombahn. Die hohe Oberrheinwelle trifft also auch heute nicht früher als vor hundert Jahren an der Neckarmündung ein. Erheblich weniger Zeit als ehemals bedürfen indes die mittleren Anschwellungen, deren Weg um mehr als 80 km gekürzt erscheint, während die niedrigen Wellen wieder eine längere gewundene Bahn zwischen den Kiesbänken des geregelten Mittelwasserbettes zurückzulegen haben.

Die festgestellten Zeitbeträge für das Vorrücken der Anschwellungserscheinungen im Rhein in den einzelnen Stromabschnitten sind in die Zahlentafel 14 aufgenommen. Aus der gefundenen Fortpflanzungsdauer für die höheren Anschwellungen im Rhein geht hervor, daß in der Stromstrecke Waldshut—Basel, welche von dem Scheitel der Wasserwelle in etwa 5 Stunden zurückgelegt wird, die mittlere sekundliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit gegen 4 m erreichen muß, während die durchschnittliche Oberflächengeschwindigkeit bei den hohen Wasserständen 3,5 m kaum überschreitet; die Scheitel der Anschwellungen eilen daher in dieser Rheinstrecke dem Strome voraus. Unterhalb Basel, mit dem Eintritt des Rheins in das breite Stromtal, bleibt dagegen der hohe Wellenscheitel mehr und mehr gegenüber der Oberflächengeschwindigkeit, welche zwar selbst nicht unbedeutend kleiner wird, zurück. Die Verspätung erreicht für Mannheim über 3 Tage, für die ganze Rheinstrecke Basel—Bingen aber etwa 5 Tage, bei gleichzeitig hohen Wasserständen im Niederrhein (über 700 cm zu Cöln) zwischen Cöln und Emmerich 1 bis 2 Tage. Die hier erwähnte Erscheinung ist den Rheinschiffern wohlbekannt; das mit der Oberflächengeschwindigkeit zu Tal treibende Boot kommt wesentlich früher in der unteren Stromgegend an, als die Hochwasserwelle.

Die genauere Prüfung der Zeitunterschiede hat weiter ergeben, daß auch die Mächtigkeit der Fluterscheinung einen bestimmenden Einfluß auf die Fortpflanzungsdauer besitzt. Kurzdauernde Anschwellungen von größerer Höhe rücken schneller vor als längerdauernde von anfänglich der gleichen Höhe und zwar namentlich in den Stromstrecken mit bedeutenden Überflutungsgebieten. Die kurzdauernde Welle mit geringerer Wassermasse wird durch Abströmen über die Vorländer verhältnismäßig mehr gesenkt, als Fluterscheinungen von längerer Dauer, welche nachhaltiger in ihrer Wasserfülle sind. Hierwegen erreicht die erste Welle schon nach kürzerem Verlaufe jene geringeren Höhen, bei welchen sie nach den obigen Untersuchungsergebnissen rascher vorrückt als die zweite. In Stromstrecken ohne namhafte Überflutungsgebiete fällt zwar der seitliche Wasserverlust der Anschwellungen weg, dagegen bleibt die durch Bewegungshindernisse veranlaßte Verflachung bestehen und es können daher auch in solchen Fällen kleinere Unterschiede in der zeitlichen Fortpflanzung kürzer- und längerdauernder Wellen von anfänglich gleicher Höhe eintreten. Die erwähnte Erscheinung kann bis jetzt zwar nur durch vereinzelte tatsächliche Beobachtungen belegt werden, da unter den vorhandenen Wasserstandsaufzeichnungen erst wenige über Anschwellungen von ursprünglich übereinstimmender Höhe aber ungleicher Mächtigkeit sich befinden und bei der Mehrzahl dieser höhere Nebenflußstände den zeitlichen Verlauf der Rheinwellen beeinträchtigt haben. Immerhin genügt auch schon die geringe Zahl von Fällen zur Erklärung der Erscheinung, daß die Fortpflanzungsdauer gleichwertiger Rheinwellen, namentlich wenn ihr Ablauf mit Überflutungen verbunden ist, nicht eindeutig von der Anschwellungshöhe abhängt, sondern daß auch die Mächtigkeit oder Nachhaltigkeit der Welle mitbestimmend einwirkt. Die abgeleiteten Zeitfolgebeträge sind also immerhin nur als Mittelzahlen aufzufassen; die genauere Feststellung ihrer Abhängigkeit von den Umständen des Ablaufes kann jedoch erst auf der Grundlage vermehrter Beobachtungen erfolgen.

Die im Rhein von Waldshut her vorrückenden Anschwellungen erleiden, wie dies in der Natur solcher Erscheinungen liegt, Umgestaltungen teils durch das wechselnde Fassungsvermögen des eigentlichen Stromgerinnes und bei höheren Wellen wohl auch durch die verschiedenartige Begrenzung der zur Ausbreitung des Hochwassers vorhandenen Vorländer, teils durch die Änderung der Abflußmenge selbst, indem entweder in den oberen Überflutungsgebieten ein Teil der ursprünglichen Hochwassermasse vorübergehend zurückgehalten wird, oder indem sich Anschwellungen der Nebenflüsse mit jener des Rheins vereinigen und dadurch deren Abflußmassen vergrößern. Das eigentliche Stromgerinne kommt für den

Digitized by Google



Digitized by Google

Rhein zwischen Basel und Bingen und zwischen Bonn und Emmerich bekanntlich nur bei niedrigen und mittleren Anschwellungserscheinungen in Betracht; bei vermehrtem Abflusse übersteigt der Strom seine Ufer und breitet sich über den Vorländern aus — entweder bis zu der durch die natürlich hohe Lage des Geländes gezogenen Grenze oder bis zur künstlichen Eindeichung. Beide Begrenzungen sind, wie die Darstellungen des Rheinstromwerkes*) ergeben, äußerst unregelmäßig gestaltet. Zwischen Waldshut und Basel und zwischen Bingen und Bonn ist der Rhein dagegen mit nur geringen Ausnahmen von hochwasserfreien Ufern bis zu bedeutenden Höhen umschlossen, so daß innerhalb dieser Stromstrecke jedenfalls keine größeren Wassermengen überfluten können und zurückgehalten werden.

Die Änderungen im Verlaufe der die Ufer nicht überschreitenden Anschwellungen werden — insoweit weit sie durch den Wechsel in der Gestalt des Nieder- oder Mittelwasserbettes veranlaßt sind — wie dieser selbst äußerst mannigfaltig sein. So bewirkt, um hier auf bekannte Erscheinungen hinzuweisen, die Einschränkung des Mittelwasserbettes des Rheins an der Lautermündung von 250 m Breite ein höheres Anschwellen des bordvollen Stromes um etwa 20 cm, der Übergang der Rheinwelle aus dem 300 m breiten Mittelwasserbette unterhalb der Neckarmündung in den ausgedehnten Stromquerschnitt im Rheingau eine Minderung der Anschwellungshöhe um mehr als 40% der ursprünglichen, dagegen der Eintritt in das enge Strombett bei Kaub eine Vergrößerung der Wellenhöhe zu Bingen um etwa 25%. Die gedachten Umgestaltungen sind freilich zum Teil mitveranlaßt — je nach den Umständen auch eingeschränkt — durch die Wirkung der Gefällsabnahme des Rheins von Basel bis zur Mainmündung, dann aber durch die nicht unwesentliche Gefällszunahme unterhalb Bingen. Insgesamt aber bewirken alle diese bald größeren, bald geringeren Hemmungen im Wasserabflusse einen Verlust an bewegender Kraft, der sich darin äußert, daß die ursprüngliche Welle im Fortschreiten mehr und mehr an Höhe verliert, während ihre Dauer anwächst; hiebei stehen Höhe und Dauer der Rheinwellen an den aufeinanderfolgenden Stromorten in einem solchen Verhältnisse, daß die Gesamtabflußmenge der Anschwellung an jeder Stelle doch annähernd die gleiche bleibt.

Als gestaltändernd wirkt auf die Rheinwelle neben dem Querschnitts- und Gefällswechsel des Strombettes vor allem auch die ungleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Rheinstände verschiedener Höhe; sie verursacht eine Verschiebung der höheren Teile der Rheinwelle gegen die niedrigeren in dem Sinne, daß die ursprüngliche Wasserstandszunahme (für die Zeiteinheit ermittelt) bei dem Fortschreiten der Welle im Steigen abnimmt, die Wasserstandsabnahme im Fallen wächst. Für die Stromstrecke Waldshut—Maxau hat sich aus einer größeren Zahl von Beobachtungen an Anschwellungen, die natürlich durch seitlichen Wasserzufluß keine erhebliche Änderung erfahren haben durften, ergeben, daß einem größten Steigen des Rheins zu Waldshut von 3, 4 u. s. f. bis 11 cm in der Stunde — nach Umfluß der Zulaufszeit Waldshut—Maxau — in Maxau ein größtes Steigen von 1.5, 2.5, 3.0, 3.5, 4.5, 5.0, 6.0, 7.0 und 8.0 cm in der Stunde entspricht. In den Stromstrecken mit wasserreichen Nebenflüssen, also unterhalb der Neckarmündung, ist die Einwirkung dieser Gewässer fast immer so bedeutend, daß die regelmäßige Abflachung der Rheinwelle zum Teil verwischt wird; erst unterhalb der Moselmündung — zwischen Andernach und Emmerich — läßt sie sich wieder deutlich erkennen. Einem stärksten Anschwellen von 1, 3, 5, 7, 9 cm in der Stunde zu Andernach entspricht ein solches von 0.8, 2.4, 3.8, 5.0, und 6.2 cm in der Stunde bei Emmerich.

In ähnlicher Richtung wie die natürliche Abflachung der Wellen macht sich die Einwirkung des Grundwasserzuflusses und der Einfluß der zahlreichen kleinen oberirdischen Gerinne geltend, welche im einzelnen nicht in Betracht gezogen werden können. Der Grundwasserzufluß erhöht, wie schon festgestellt worden ist, vorzugsweise nur die niedrigen Wasserstände; die kleinen oberirdischen Zuflüsse zwar ebensowohl die höheren wie die niedrigen Rheinstände; sie kommen indes vorwiegend nur bei den letzteren zur Geltung. Dadurch tritt eine Umgestaltung der vorrückenden Rheinwelle in dem Sinne ein, daß die niedrigen Wasserstände an dem unteren Stromorte gegenüber den hohen mehr gehoben erscheinen, die Gesamtanschwellungshöhe also ebenfalls kleiner wird.

Sobald der Rhein die Uferhöhe erreicht hat und noch weiter ansteigt, tritt zu den schon erwähnten Einwirkungen auf den Wasserabfluß bekanntlich die Wasserzurückhaltung der Vorländer, also eine Änderung der Abflußmenge. Die der Überflutung ausgesetzten Gelände beginnen in bemerkenswerter Ausdehnung unterhalb Basel, erstrecken sich in vielfach wechselnder Breite bis zum Durchbruchstale im rheinischen Schiefergebirge und setzen sich dann erst abwärts von Bonn wieder fort.

An der Wasserzurückhaltung nimmt selbstverständlich nicht das ganze zwischen Ufer und Überflutungsgrenze liegende Gebiet in seiner Gesamtbreite teil; denn über den das Stromgerinne unmittelbar begrenzenden Abschnitten der Vorländer befindet sich das Wasser ebenfalls, wenn auch abgeschwächt — selbst bei geringer Überstauung — in stromab gerichteter Bewegung; die Breite dieser Abschnitte wechselt mit der natürlichen Beschaffenheit und der Begrenzung der Vorländer; sie konnte indes unter Berücksichtigung der vorhandenen Stromengen und der Stromübergänge annähernd bestimmt werden und kam an der ganzen Vorlandsbreite in Abrechnung. Im übrigen wurde im Einklange mit den tatsächlichen Verhältnissen vorausgesetzt, daß bei dem Übertritt des Wassers über die Ufer die Vorländer alsbald in ihrer Gesamtbreite überflutet werden; die Höhenlage dieser allgemeinen Überschwemmungsgrenze ist durch jenen Rheinstand bezeichnet, bei welchem die rasche Zunahme der Fortpflanzungsdauer beginnt.

*) Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse. Berlin 1889. S. 67 u. ff.

Digitized by Google

Weiters ist an der Wasserzurückhaltung das Überflutungsgebiet keineswegs immer in seiner Gesamtlänge beteiligt. Sobald die Dauer der Hochwasserwelle in der Überflutungshöhe die Fortpflanzungsdauer nicht erreicht, so wird der stromaufwärts gelegene Teil der überschwemmten Flächen schon wieder in der Entleerung begriffen sein, wenn der untere sich erst zu füllen beginnt. Je länger die Anschwellung über der Uferhöhe verbleibt, ein umso größerer Teil des Überflutungsgebietes wird gleichzeitig unter Wasser gesetzt werden. Der für die Wasserzurückhaltung wirksame Abschnitt und die zurückgehaltene Menge selbst sind daher veränderlich mit der Wellenlänge in der Überflutungshöhe und mit der Wellenhöhe, wobei in gegebenen Fällen zur einfacheren Berechnung der zurückgehaltenen Wassermenge zweckmäßig an Stelle der fortwährend wechselnden Wellenhöhe eine gleichbleibende mittlere Höhe von annähernd $^2/_3$ der höchsten Erhebung gesetzt werden kann.

Als zurückgehaltene Gesamtmengen (in Millionen Kubikmeter) sind ermittelt für die Stromstrecke Waldshut-Mannheim:

Bei einer **Wellenlänge** in der Überflutungshöhe von	und einer **mittleren Überstauungshöhe** der Vorländer von						
	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm	100 cm	120 cm	140 cm
5 Stunden	—	—	—	—	—	—	..
12 »	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	29.4	34.3
17 »	13.2	26.4	39.6	52.8	66.0	79.2	92.4
31 »	25.9	51.9	77.7	103.8	129.7	155.6	181.6
35 »	33.5	67.0	100.6	134.0	167.6	201.1	234.6
38 »	37.1	74.2	111.2	148.4	185.4	222.5	259.6
40 »	38.2	76.4	114.5	158.7	190.9	230.0	267.0
43 »	41.9	83.8	125.8	167.7	209.6	251.5	293.4
47 »	46.2	92.3	138.5	184.6	230.8	277.0	323.1
51 »	47.2	94.4	141.6	188.8	236.0	283.2	330.4
56 »	52.1	104.2	156.4	208.5	260.6	312.7	364.8
57 »	54.1	108.2	162.2	216.3	270.4	324.5	378.6
59 »	55.3	110.7	166.0	221.4	276.7	332.0	387.4
65 »	58.8	117.6	176.4	235.2	294.0	352.8	411.6

Hat hiernach eine Hochwasserwelle des Rheins im Scheitel die allgemeine Überflutungshöhe, welche bei 400 cm Basel oder 500 cm Waldshut anzunehmen ist, beispielsweise um 150 cm überschritten und bleibt in Waldshut 26 Stunden über der Uferhöhe, so beträgt die überflutende Wassermenge 960 cbm sekundlich oder insgesamt rd. 90 Millionen Kubikmeter. Die mittlere Überstauung dieser Anschwellung erreicht demnach anfänglich 100 cm in Waldshut. Nach Umfluß von 12 Stunden ist die Hochwasserwelle bis gegen Neuenburg vorgerückt und hat in der Zwischenstrecke (auf Grund der vorstehenden Tabelle) 24.5 Millionen Kubikmeter an die beiderseitigen Überschwemmungsgebiete verloren, so daß im Rhein selbst als überflutende Menge noch 65 Millionen Kubikmeter fortbewegt werden. Die Überstauungshöhe hat sich hierwegen von 100 cm auf rd. 80 cm ermäßigt. Nach weiteren 5 Stunden ihres zeitlichen Verlaufes, nämlich bis Breisach hat sodann die Anschwellung bei der verminderten Überstauungshöeh der Vorländer (nach der Tabelle) 52.8 — 19.6 = 33.2 Millionen Kubikmeter an die Überflutungsgebiete abgegeben; sie selbst führt daher über Vorlandshöhe nur mehr 32 Millionen Kubikmeter. Die mittlere Wellenhöhe sinkt wegen der neuen Wasserabgabe von 80 auf 40 cm, so daß die Überstauung der Vorländer nur mehr 40 cm beträgt. Während die Hochwassererscheinung nun von Altbreisach nach Rheinau sich fortbewegt, verliert der Rhein im Laufe von etwa 14 Stunden durch Überflutung abermals 51.9 — 26.4 = 25.5 Millionen Kubikmeter. Im Strome selbst verbleiben hierwegen nur mehr gegen 6 Millionen Kubikmeter überflutende Menge, so daß in dem unterhalb folgenden Abschnitte, zwischen Rheinau und Kehl eine bemerkenswerte Überstauung der Vorländer nicht mehr eintreten kann. Durch die Wasserzurückhaltung in den oberen Stromabschnitten wird demgemäß die Anschwellungserscheinung für die unterhalb folgenden Strecken mehr und minder abgeschwächt; sie erreicht, wenn sie, wie in dem oben besprochenen Falle, schon ursprünglich nicht sehr mächtig war und durch seitlichen Zufluß nicht neue Unterstützung gefunden hat, im unteren Stromlaufe überhaupt nicht mehr die Uferhöhe.

Während der größten seither abgelaufenen Oberrhein-Hochwasser von 1852 IX., 1876 VI. und 1881 IX. haben die bei Basel in die oberrheinische Tiefebene eintretenden und die Vorländer überflutenden Wassermassen der Reihe nach 300, 380 und 220 Millionen Kubikmeter betragen. Die mächtigste unter den genannten Erscheinungen war das Junihochwasser von 1876. In der Gegend von Hüningen war das Gelände zu beiden Seiten des Stromes um rd. 200 cm überstaut und die in der Stromstrecke Hüningen—Neuenburg zurückgelassenen Wassermengen haben gegen 50 und zwischen Neuenburg und Altbreisach weitere 60 Millionen Kubikmeter betragen. Aus der Dauer der Hochwassererscheinung und aus den überstauten Flächen folgt nun, daß schon bei Plittersdorf die Rheinwelle wegen der seitlichen Wasserverluste bis auf Vorlandhöhe gesenkt worden sein müßte. Haben auch bedeutendere Zuflüsse aus Schwarzwald und Vogesen den seitlichen Verlust teilweise wieder gedeckt, so läßt sich doch daraus nicht erklären, daß noch bei Maxau, wie es tatsächlich der Fall war, die Überstauung des Ufergeländes durchschnittlich gegen 150 cm erreicht hat. Bei den Überflutungen durch hohe Rheinwellen ist eben anzunehmen, daß die gesamte, also auch die über die Vorländer eingeströmte Wassermasse sowohl wegen des unter solchen Umständen bedeutenden Wasserspiegelgefälles als wegen der geringeren Reibung in stromab gerichteter Bewegung sich befindet; die Bewegung dieser Seitenströmung wird zwar weit hinter jener des Rheins zurückbleiben aber immerhin genügen, in Verbindung mit den Nebenflüssen der Verminderung der Überstauungshöhe entgegenzuwirken. Die Gesamtmasse des während der Fluterscheinung des Rheins im Jahre

Digitized by Google

1876 von Basel aus stromabwärts bewegten Wassers — vom vorausgegangenen Mittelwasserstande aus und bis zur Rückkehr zu diesem gerechnet — hat 2745 Millionen Kubikmeter erreicht; der überflutende Teil hat demnach kaum 14 % der ganzen Anschwellungsmasse betragen.

Der Fassungsraum der gegenwärtig noch vorhandenen Altarme des Rheins kommt für die vorübergehende Wasserzurückhaltung kaum in Frage; dieser Raum ist längst gefüllt, wenn eine Hochwassererscheinung eintritt; er ist bei höheren Rheinständen also überhaupt nicht mehr wirksam.

Die aus den Überschwemmungsgebieten nur allmählich wieder nach dem Rhein zurückströmenden Wassermassen wirken auf den Abflußvorgang in den unteren Stromabschnitten naturgemäß verzögernd ein, so zwar, daß im Fallen eine längere als die für gleichwertige Rheinstände abgeleitete Zeitdauer verstreichen muß, bis sich jenes Höhenverhältnis wieder einstellt, welches im Beharrungszustand als »gleichwertig« bezeichnet wird. Da aber wegen der Stetigkeit des Abflußvorganges die Fortpflanzungsdauer für ein und dieselbe Rheinhöhe — im Steigen, im Fallen oder im Beharrungszustande — annähernd gleich groß angenommen werden muß, so folgt notwendig, daß das Höhenverhältnis verschieden sein muß: einem Rheinstande von bestimmter Höhe an dem oberen Stromorte entspricht im Fallen ein höherer Wasserstand am unteren Stromorte, als sich im Beharrungszustande oder dann einstellen würde, wenn keine Überflutung in der Zwischenstrecke erfolgt wäre. Entsprechend muß, wie leicht erklärlich, im Steigen einer Anschwellung und zwar von dem Zeitpunkte der Überschreitung der Ufer ab, wegen der andauernden Wasserabgabe an die Vorlandsflächen, der Rheinstand am unteren Stromorte verhältnismäßig zu niedrig werden. Die Unterschiede gegenüber dem gleichwertigen Höhenverhältnisse sind indes nicht bedeutend; bei sehr schnellem Wasserstandswechsel werden höchstenfalls 10 cm Mehr- oder Minderhöhe gefunden.

Die bedeutendste Umgestaltung erfährt die Rheinwelle durch die Einwirkung der Nebenflüsse und hier insbesondere durch die großen und wasserreichen Flüsse des Mittelgebirges. Die Vergrößerung der Wasserführung veranlaßt immer eine Erhöhung des Wasserstandes; sie wirkt daher den vorerwähnten Einflüssen der Verflachung der Anschwellungen durch Bewegungsverluste sowie durch Überströmen der Vorländer entgegen und kann diese, sobald der seitliche Wasserzufluß nur genügend stark ist, völlig ausgleichen und selbst übertreffen.

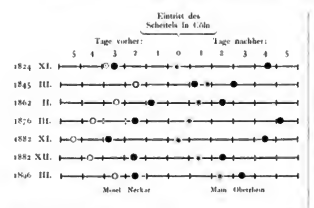
Durch die Ergebnisse der früheren Untersuchungen über die Fortpflanzung der Anschwellungen im Rhein unter der Mitwirkung der Nebenflüsse*) ist im allgemeinen das Verfahren bezeichnet worden, wie ohne die Kenntnis der Abflußmengen der Anteil eines Nebenflusses an der Rheinbewegung gefunden werden kann. Es ist darauf hingewiesen worden, daß bestimmten Rheinständen oberhalb eines Nebenflusses jeweils immer wieder annähernd die nämlichen Rheinstände unterhalb entsprechen, sofern der Wasserzufluß durch die Nebenflüsse in der Zwischenstrecke so unbedeutend ist, daß er außer Betracht bleiben kann. Ebenso ist die Dauer der zeitlichen Aufeinanderfolge solcher Rheinstände abgeleitet und ihre Abhängigkeit von der Höhe des Wasserstandes dargestellt worden. Es war also ermöglicht, aus dem Rheinstande oberhalb eines Nebenflusses seinen »gleichwertigen« unterhalb der Mündungsstelle abzuleiten und aus dem Unterschiede dieses gleichwertigen und des hier tatsächlich beobachteten Standes die Zunahme des Rheinstandes durch den Nebenfluß zu entnehmen.

Seit der Veröffentlichung jener Untersuchungsergebnisse sind die Grundlagen für die Feststellung der gleichwertigen Rheinstände weiter verbessert worden. Zwar sind inzwischen auch zahlreiche Wassermessungen ausgeführt worden, welche über die tatsächlichen Abflußmengen bei niedrigen und mittleren Ständen des Rheins und seiner größeren Nebenflüsse Aufschluß geben, allein für die hohen Rheinstände beruhen die derzeit bekannten Mengenangaben meistens auch jetzt noch auf Schätzung; sie reichen daher für die Untersuchung der Einwirkung der Nebenflüsse auf die Hochwassererscheinungen des Rheins nicht aus. Die früher ermittelten gleichwertigen Höhenverhältnisse haben gegenüber den derzeit gültigen nur in den Stromstrecken mit beweglicher Sohle, wo die fortwährende Umbildung der Gestalt des Strombettes sich merkbar in den niedrigen und auch noch in den mittleren Wasserständen geltend macht, geringe Aenderungen erfahren. Bei ihrer Verwendung wurden im allgemeinen die Höhenverhältnisse des weder ungewöhnlich nassen noch trockenen Zeitraumes 1886—1890 zugrunde gelegt und bei den Rheinständen aus einer früheren oder späteren Zeit der Betrag der Bewegung der Stromsohle berücksichtigt. Die Fortpflanzungsdauer der gleichwertigen Rheinstände kann jetzt für die meisten Stromorte genügend genau angegeben werden.

Der Anteil der Nebenflüsse an der Rheinbewegung ist natürlich je nach den Abflußverhältnissen des einzelnen Gewässers und je nach dem Verlaufe der Anschwellungen im allgemeinen innerhalb weiter Grenzen veränderlich; er wurde für die größeren Nebenflüsse Neckar, Main, Mosel und für den Oberrhein — diesen bis zur Neckarmündung gerechnet — sowie für die wichtigsten Hochwassererscheinungen untersucht. Die Höchsterhöhung des Rheinstandes durch die Zuflüsse, welche nicht immer mit dem Eintreffen der Scheitel der Nebenflußwellen zeitlich völlig übereinstimmt, wurde — von dem Eintritt des Rheinscheitels in Cöln aus betrachtet — für Cöln festgestellt und in der nachstehenden Figur schematisch wiedergegeben, wobei der Zeitpunkt der stärksten Hebung für jeden der Nebenflüsse durch ein besonderes Zeichen kenntlich gemacht wurde.

*) Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet, III. Heft, Berlin.

Digitized by Google



Mosel und Neckar kommen im allgemeinen vor, Main und Oberrhein nach der Scheitelbildung in Cöln zur größten Geltung; nur 1824 XI. ist die bedeutendste Erhöhung des Rheinstandes durch den Main schon kurze Zeit **vor** Eintritt des Rheinscheitels und 1845 III. die stärkste Einwirkung des Neckars erst einen Tag **nach** dem Höchststand in Cöln festgestellt worden. Die Maximalerhöhung im Verlaufe der genannten Hochwassererscheinungen durch die Mosel hat jeweils zwischen dem 5. und 2. Tage vor der Scheitelbildung in Cöln stattgefunden. Bei dem Neckar fällt das Maximum der Erhöhung im allgemeinen — mit der oben erwähnten Ausnahme — in den Zeitraum zwischen den 3. und 1. Tag vor jener Scheitelbildung. Der Main hatte in 3 Fällen die stärkste Erhöhung am Tage der Kulmination selbst, in weiteren 3 Fällen am ersten Tage und in einem Falle am 2. Tage nachher veranlaßt. Der Oberrhein kommt zwischen dem 2. und 4. Tage, im März 1876 erst mit Beginn des 5. Tages nach dem Eintritt des Scheitels in Cöln zur Höchstwirkung. Im Verlaufe des Hochwassers vom November 1824 sind Mosel und Neckar, im März 1845 Neckar und Main sich sehr nahe gekommen; doch bleibt die Reihenfolge für den Eintritt der stärksten Einwirkung in allen Fällen die gleiche: Mosel, Neckar, Main und Oberrhein.

Da die Vergrößerung des Rheinstandes durch einen Nebenfluß bekanntlich im allgemeinen mit der Nebenflußhöhe wächst, mit wachsender Rheinhöhe aber abnimmt, so tritt das Höchstmaß des Einflusses der einer Rheinanschwellung vorausgehenden Nebenflußwelle schon früher ein, als der Scheitel an der Mündung ankommt; das Höchstmaß des Einflusses der dem Rhein nachfolgenden Nebenflußwelle dagegen später. Die größte Gesamteinwirkung muß daher eintreten, wenn die Höchsterhebungen — wie es aber wohl in nur seltenen Fällen zutreffen wird — nach Maßgabe der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten sich summieren können.

Die **Schwarzwaldflüsse** führen ihre größten Abflußmengen zumeist dann dem Rhein zu, wenn die von Waldshut aus vorrückende Welle erst in der Entwicklung begriffen ist; der verstärkte Zufluß durch die Schwarzwaldgewässer beschleunigt dann das Anschwellen des Rheins. Nicht selten beginnt das Steigen längs des ganzen Stromlaufes zwischen der Wiese- und Lautermündung innerhalb eines Tages — scheinbar mit bedeutender Geschwindigkeit sich fortpflanzend. Indes wird doch auch eine äußerst rasche Übertragung der Anschwellungsbewegung der Oberrheinwelle bei niedrigem Stande der Schwarzwaldflüsse beobachtet, sobald der Rhein zu Waldshut ungewöhnlich rasch steigt. Dann pflanzt sich der Antrieb zum Steigen weit schneller fort, als es die Fortschrittsgeschwindigkeit der Rheinwelle bedingt. In solchem Falle wirkt wohl auch der hydrostatische Druck der oberen Wassermassen auf die unteren mit, um diese vorzeitig zu heben. Die Scheitel der Anschwellungen der Schwarzwaldflüsse erreichen den Rhein in der Regel schon, während dieser im Steigen begriffen ist, wobei die Rheinwelle bei dem Eintreffen des Elz- und Kinzigscheitels näher dem Höhepunkte ihrer Entwicklung sein wird, als bei dem Einlaufen der Rench- und Murgwelle. Die in der Elsässer Ill gesammelten Anschwellungen der Vogesenflüsse begegnen dem Rhein im allgemeinen später, wegen des geringen Gefälles und des ausgedehnten Überflutungsgebietes zwischen Kogenheim und Straßburg; nur ein Teil der Hochwassermenge der Ill (rd. 200 cbm) gelangt schon zwischen Rheinau und Kehl durch den Hochwasserkanal in den Rhein. Bei den großen Fluterscheinungen des Oberrheins ist die von Waldshut herabkommende Wassermasse so übermächtig, daß selbständige Scheitelbildungen durch die Schwarzwaldflüsse im Rhein nur selten veranlaßt werden; der seitliche Zufluß bewirkt in solchem Falle nur ein rascheres Anschwellen; der Höchststand im Rhein wird aber fast immer durch den vorrückenden Scheitel der Oberrheinwelle bedingt. Scheitelbildungen im Rhein erzeugt zuweilen die Murg, da ihr Höchststand schon im Strome eintrifft, wann sich dieser noch auf verhältnismäßig niedrigem Stande befindet.

Die Hochwasserwellen des **Neckars** erreichen wegen ihrer weit kürzeren Zulaufzeit den Rhein in den meisten Fällen in einem Zeitpunkt, wann die Oberrheinanschwellung an der Neckarmündung noch im Entstehen begriffen ist. Hierwegen steht gewöhnlich anfangs die Wasserstandsbewegung an der Zusammenflußstelle unter dem vorwiegenden Einfluß des Neckars, der hier die Schnelligkeit des Ansteigens bestimmt und nicht selten die Scheitelbildung unmittelbar veranlaßt. Bei minder starken Neckarwellen wird der Höchststand im Rhein erst bei abnehmendem Neckar und zunehmendem Strome als Kombinationsscheitel erzeugt; er tritt später als der Neckarhochstand und früher als der Oberrheinscheitel ein. Die zeitliche Verschiebung kann aus dem Stärkeverhältnis von Oberrhein und Neckar im voraus bestimmt werden. Jedem Centimeter Höhenzunahme im Rhein zu Speyer sowie im Neckar zu Heidelberg entspricht eine Mengenzunahme

bei einem Rheinstand zu Speyer		und Neckarstand zu Heidelberg	
von 210—280 cm	um 3,5 cbm	von 121—140 cm	um 1,25 cbm
» 281—335 »	» 4 »	» 141—160 »	» 1,5 »
» 336—382 »	» 4,5 »	» 161—182 »	» 1,75 »
» 383—425 »	» 5 »	» 183—205 »	» 2 »
» 426—462 »	» 5,5 »	» 206—227 »	» 2,25 »
» 463—495 »	» 6 »	» 228—252 »	» 2,5 »

Digitized by Google

bei einem Rheinstand zu Speyer			und Neckarstand zu Heidelberg		
von 496—525 cm	um 6,5 cbm		von 253—277 cm	um 2,75 cbm	
» 526—552 »	» 7 »		» 278—305 »	» 3 »	
» 553—577 »	» 7,5 »		» 306—335 »	» 3,25 »	
» 578—600 »	» 8 »		» 336—360 »	» 3,5 »	
» 601—617 »	» 8,5 »		» 361—380 »	» 3,75 »	
» 618—632 »	» 9 »		» 381—400 »	» 4 »	
» 633—645 »	» 9,5 »		» 401—417 »	» 4,25 »	
» 646—660 »	» 10 »		» 418—432 »	» 4,5 »	
» 661—670 »	» 10,5 »		» 433—447 »	» 4,75 »	
			» 448—462 »	» 5 »	
			» 463—477 »	» 5,25 »	

Die Scheitelbildung tritt ein, sobald die Wassermengenzunahme des einen Gewässers die entsprechende Abnahme des andern an der Vereinigungsstelle gerade ausgleicht. Die stärkste Einwirkung des Neckars auf den Oberrhein erfolgt regelmäßig im Zeitpunkte der ersten Entwicklung der Hochwassererscheinung; die größten Hebungen der Rheinstände durch den Neckar fallen daher auch in diesen Zeitraum. Dazu kommt, daß die Neckaranschwellung in der Regel von kurzer Dauer und nur bei außergewöhnlichen Höhen wegen der dann erfolgten Überflutung nachhaltiger im Abflusse ist; die stärkste Einwirkung kann daher nur in dem Zeitraume weniger Stunden zur Geltung kommen. Unter den großen Hochwassererscheinungen des vorigen Jahrhunderts sind es insbesondere jene von 1824 X., 1845 III, 1876 II. und 1882 XII., bei welchen der Neckar Erhöhungen von 200 bis 300 cm der gleichzeitigen Rheinstände zu Mannheim veranlaßt hat. Bei sehr bedeutenden Anschwellungen des Neckars lassen sich die zeitlich nachfolgenden Hochwasserwellen des Oberrheins nicht über die Mündungsstelle hinaus verfolgen; die Scheitelbildung der Rheinwelle zwischen Mannheim und Mainz erscheint dann als eine Folge der Neckarwelle. Die später einlaufende Oberrheinanschwellung erzeugt je nach ihrer Stärke entweder einen Beharrungszustand im Rhein oder der Strom fällt mehr und minder stetig weiter.

Durch den Umstand, daß die hohe Mainwelle gewöhnlich aus zwei getrennten Fluterscheinungen besteht, von welchen die eine, aus den vermehrten Abflüssen des unteren Maingebietes hervorgegangen, schon nach 24 Stunden den Rhein erreicht, während die meist höhere Welle aus Obermain und Regnitz an der Mündung erst 48 bis 60 Stunden später eintrifft, wird die stärkere Einwirkung des Mains auf den Rhein auf einen längeren Zeitraum verteilt; sie tritt darum auch nur selten durch eine außerordentliche Hebung des Rheinstandes hervor und ist dann wohl immer der aus dem Obermain und der Regnitz herabkommenden Hochwasserwelle zuzuschreiben. Das Einlaufen des größeren Mainscheitels in den Rhein erfolgt in der Regel in einem Zeitpunkte, wann hier der von Waldshut her vorrückende Oberrheinscheitel eintrifft, während die Hochwasserwelle aus dem Neckar, selbst die vom oberen Neckar ausgehende, schon in der Abnahme begriffen ist. Der Höhepunkt der Mainanschwellung fällt hierwegen meistens mit verhältnismäßig hohen Rheinständen zusammen. Ist die Mainanschwellung genügend mächtig, um die Wirkung des fallenden Neckars auf den Rhein auszugleichen, so ist ein langedauernder höherer Rheinstand in Mainz die Folge. Die größten seither durch den Main bewirkten Hebungen des Rheinstandes haben 1845 III und 1882 XI stattgefunden, in beiden Fällen aber 150 cm kaum überstiegen.

Die Nahe tritt nicht selten bemerkenswert in der Anschwellungsbewegung des Rheins hervor, da ihre Wasserführung zeitweise bedeutend werden kann und ihre Anschwellungen dann meistens zugleich einen stürmischen Verlauf nehmen. Dazu kommt, daß die Hochwasser der Nahe bei ihrem verhältnismäßig kurzen Wege schon sehr zeitig den Rhein erreichen, wann dieser selbst in Bingen noch auf einem niedrigen Stande befindlich erst im Anschwellen begriffen ist. Die im Rhein veranlaßte Erhöhung wird gleichwohl wegen der geringen Nachhaltigkeit der Wasserlieferung nur auf kurze Zeit bemerkt und die etwa im Rhein in seltenen Fällen entstehenden Scheitelbildungen sind kaum über die Lahn-Moselmündung hinaus zu verfolgen. Die stärkste Hebung des Rheinstandes durch die Nahe fand im Januar 1890 statt; sie hat 130 cm erreicht.

Die großen Anschwellungen aus der Lahn und namentlich aus der Mosel treffen, wie schon erwähnt, in den meisten Fällen frühzeitiger in Coblenz ein, als hier die vereinigten Wellen aus dem Oberrhein und Main ankommen. Da die Anschwellungen der Mosel je nach dem Zusammentreffen der Wellen aus der oberen Mosel und Saar gewöhnlich eine Dauer von 3 bis 6 Tagen über Hochwasserhöhe erreichen, so erstreckt sich die stärkere Einwirkung der Mosel fast immer auf den ganzen Zeitraum des Anwachsens und der Scheitelbildung der Rheinwelle; sie hat seither schon Beträge von 300 cm überschritten, trifft indes meist noch mit verhältnismäßig niedrigen Rheinständen zusammen. Bei der ansehnlichen Wasserfülle der Mosel während ihrer Hochwassererscheinungen bildet der durch sie im Rhein veranlaßte Wellenscheitel für den Niederrhein nicht selten die Haupterhebung, dem die vom Oberrhein her vorrückende Welle erst nach Umfluß von 4 bis 7 Tagen folgt; dadurch entstehen, namentlich sofern auch Neckar und Main größere Wassermengen bringen, innerhalb des ganzen Zeitraumes zwischen dem Eintreffen der Mosel- und der Oberrheinanschwellung hohe Wasserstände unterhalb Coblenz; die Fluterscheinung im Rhein erhebt sich dann als ein breiter Wellenberg von mehrtägiger Dauer über der Hochwassergrenze.

Außergewöhnlich geringer oder bedeutender Abfluß. Wie bei allen natürlichen Gewässern, so vollziehen sich auch im Rhein die Schwankungen im Abflußvorgange innerhalb bestimmter Grenzwerte, die selbstverständlich nicht völlig festliegen; sie gehen mit der Länge der Beobachtungsreihen im allgemeinen weiter auseinander.

Als außergewöhnlich niedrige Stände kommen am Rhein im allgemeinen jene von 1858 I—II, 1882 II,

Digitized by Google

1884 IX und 1894 I, an einigen Stromorten auch Niederstände aus anderen Jahren in Betracht. Berücksichtigt man die Wechsel in der Gestalt der Stromsohle während der zwischenliegenden Zeit und bezieht die sämtlichen Niedrigstände auf ein und denselben Zustand, so stellen keineswegs die zahlenmäßig kleinsten Wasserstände auch in allen Fällen die tatsächlichen Tiefststände dar. Bei Rheinau bezeichnet nicht das Niederwasser von 1874 XI mit 84 cm sondern jenes von 1854 I mit 102 cm den niedrigsten Stand; denn letzteres wäre unter Berücksichtigung der inzwischen erfolgten Sohlensenkung von 38 cm im Jahre 1874 nur 64 cm hoch gestanden. In Kehl haben die beiden Niederwasser von 1848 I—II und 1894 I augenscheinlich gleiche Höhen erreicht; tatsächlich war jedoch der Niederstand von 1894 um 69 cm und jener von 1858 II um 36 cm höher als der erwähnte Tiefstand von 1848. Für Mannheim ergibt der Vergleich, daß der zahlenmäßig niedrigste Stand von 1885 I über dem Tiefstande von 1858 liegt; zu Bonn und Cöln bleibt das Niederwasser von 1853 I unter jenem von 1858, dieses aber unter dem Tiefstand von 1894. Der für Ruhrort angegebene tiefste Rheinstand von 1874 I war um 4 cm höher als das Niederwasser von 1858 an dieser Stelle. Bei den erwähnten Feststellungen ist angenommen, daß sich der Wechsel in der Höhenlage der Stromsohle unverändert auf die Niederstände überträgt, was im großen ganzen wohl zutreffen wird.

Die niedrigsten Rheinstände werden hierwegen nach den seither vorliegenden Beobachtungen im allgemeinen in der ganzen Ausdehnung des Stromes bis zur Moselmündung durch den außerordentlichen Niederstand von 1858 I—II bezeichnet; nur zwischen Rheinau und Kehl sind Tiefstände aus anderen Jahren festgestellt, die indes weder an den oberhalb noch unterhalb gelegenen Stromorten als solche wiederkehren und hierwegen nur durch örtliche Einflüsse bedingt sein konnten. Im Rheinlaufe unterhalb der Mosel bezeichnet — selbst unter Berücksichtigung der Bewegung der Stromsohle — das Niederwasser von 1894 I die untere Grenze der Wasserstände. Ausnahmen bildet in Bonn und Cöln der Niederstand von 1853 XII, der aber zur Zeit von Eisversetzungen in der oberhalb gelegenen Stromstrecke eingetreten ist und daher wohl außer Betracht bleiben muß. Wie demnach oberhalb der Moselmündung der Tiefstand von 1858, so stellt unterhalb jener von 1894 im allgemeinen den bisher ermittelten Mindestabfluß im Rhein dar; im Niederrhein war der Tiefstand von 1858 wahrscheinlich durch die Mosel und vielleicht auch durch das Grundwasser reichlicher und nachhaltiger gespeist, als das Niederwasser von 1894, welches der großen Dürreperiode von 1893 gefolgt ist.

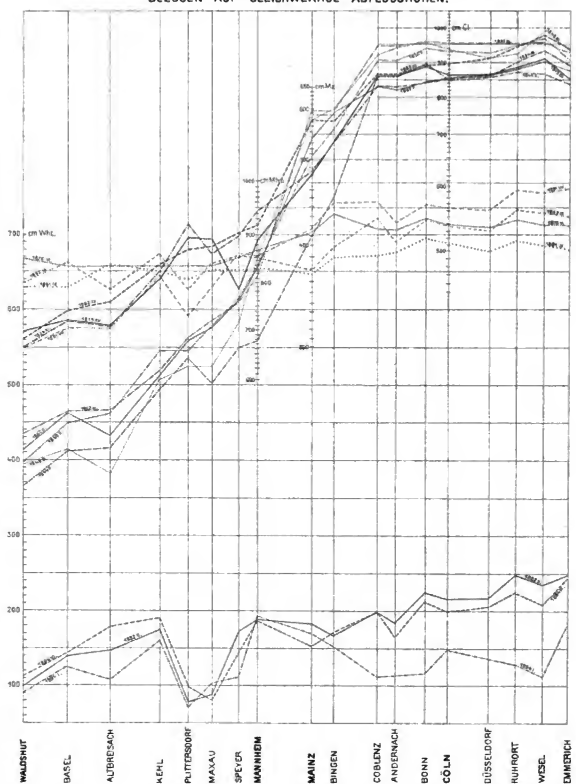
Bei den Höchstständen des Rheins aus dem letzten Jahrhundert läßt sich die Einwirkung der wechselnden Gestalt des Strombettes und der sonstigen veränderlichen Abflußverhältnisse nicht ebenso wie bei den Tiefständen in Rechnung ziehen, da der Hochwasserstand bekanntlich sowohl von den Durchflußverhältnissen an der Pegelstelle selbst, als von der Wasserzurückhaltung in der ganzen oberhalb gelegenen Stromstrecke abhängt und in einzelnen Fällen auch durch Deichbrüche beeinflußt war. Besondere Untersuchungen für den Rhein zu Basel, wo — abgesehen von der Sohlensenkung — größere Änderungen in den Hochwasserabflußverhältnissen sowohl am Orte selbst, als auch in der oberhalb anschließenden Stromstrecke bis jetzt nicht eingetreten sind, haben aber ergeben, daß sogar bedeutende Wechsel in der Höhenlage der Stromsohle auf die Höchststände einen nur mehr geringen Einfluß äußern können, der gegenüber anderen Einwirkungen wohl außer Betracht bleiben kann. Die gewaltsamen Einbrüche des Stromes in sein künstlich begrenztes Überschwemmungsgebiet haben, wie sich in einigen Fällen nachweisen läßt, namhaftere Höhenänderungen der Rheinstände zur Folge gehabt.

Die höchsten Wasserstände sind bezeichnet im Oberrhein bis herab zur Kinzigmündung durch die großen Hochwasser von 1852 IX, 1876 VI und 1881 IX, welche ihr Entstehungsgebiet im Alpenvorlande und auf der Schweizer Hochebene haben. Unter jenen drei Fluterscheinungen hat im allgemeinen das Junihochwasser von 1876 im oberen Teile, die beiden anderen in dem unteren Abschnitte die größeren Höhen erreicht, wiewohl zahlreiche Deichbrüche in den Jahren 1852 und 1876 im einzelnen geringe Abweichungen veranlaßt haben. Im übrigen ist von der Kinzigmündung bis zur Mainmündung das durch die Schwarzwald- Vogesenflüsse und den Neckar verstärkte Oberrheinhochwasser von 1882 XII für den höchsten Rheinstand maßgebend, obschon auch hier wieder an einzelnen Orten, namentlich wegen der Abschwächung durch gewaltige Deichbrüche oberhalb Plittersdorf, bei Neuburgweier und Maxau, zwischen Leopoldshafen und Philippsburg, bei Mannheim und zwischen Erfelden und Oppenheim die weniger mächtigen Hochwasser von 1817 VII bei Maxau (Knielingen) und 1824 XI (bei Mannheim) überragend erscheinen. Vielleicht ist auch die Änderung des Abflußquerschnittes des Rheins bei Mannheim zwischen 1824 und 1882 nicht ganz ohne Belang auf die höchsten Wasserstände geblieben. Wahrscheinlich schon von Mainz, jedenfalls aber von Coblenz ab ist schließlich die Hochwassererscheinung von 1882 XI die bedeutendste am Rhein und für die Höchststände bei eisfreiem Strome die maßgebende des Jahrhunderts; denn die bei Bingen, Bacharach, Bonn und Wesel beobachteten größeren Höhen von 1845 III rühren, da gerade an den Orten der wesentlichen Änderung der Wasserführung des Rheins, nämlich in Mainz, Coblenz und Andernach, die größeren Höhen im Jahre 1882 erreicht worden sind, wieder nur von örtlichen Einflüssen auf den Hochwasserabfluß her.

Die ausgezeichneten Niederwasser- und Hochwassererscheinungen wurden in bezug auf ihre Höhenentwicklung an den wichtigsten Stromorten auf nebenstehender Tafel vergleichend dargestellt. Ausgehend von Waldshut, dessen Rheinhöhen durch die Teilung der linksseitigen Begrenzungslinie bezeichnet sein sollen, wurden die übrigen Stationen durch gleichlaufende senkrechte Linien in Entfernungen dargestellt, die den zwischen-

Digitized by Google

AUSSERGEWÖHNLICHE. NIEDER- UND HOCHSTÄNDE DES RHEINS
BEZOGEN AUF GLEICHWERTIGE ABFLUSSHÖHEN.



Digitized by Google

liegenden Stromlängen entsprechen. Weiter wurde angenommen, daß die zu den Höhen Waldshut an den Folgestationen gleichwertigen Wasserstände auf den durch die Höhenteilung Waldshut gezogenen Wagrechten liegen. Da dem Höchststande in Waldshut von 670 cm im gleichwertigen Verhältnisse in Mannheim rd. 860 cm, in Mainz 400 cm und in Cöln 500 cm zugehören, so waren, um die größeren Hochwasserstände des Mittel- und Niederrheins mit zur Darstellung bringen zu können, die Teilungen über die vorgenannten Höhen hinaus zu verlängern; dies geschah auf Grund besonderer Untersuchungen über das Höhenverhältnis der Rheinstände zu Maxau, Mannheim, Mainz und Cöln, welches sich ergeben würde, wenn unter den bestehenden Querschnitts- und Geschwindigkeitsverhältnissen eine über das Maß von 670 cm Wht. den Rhein anfüllende und sich annähernd gleichbleibende Abflußmenge den Strom durchlaufen würde. Die derart berechneten Teilungen wurden bei Mannheim bis 950 cm, bei Mainz bis 600 cm, bei Cöln bis 960 cm fortgeführt und die Höhen an den mit Mannheim, Mainz und Cöln benachbarten Stromorten jeweils im Verhältnisse der gleichwertigen Wasserstände eingeschaltet. Hiernach konnten die größten Höhen der Hochwassererscheinungen eingetragen werden; sie wurden dann durch besonders bezeichnete Linien verbunden.

Die Erhöhung der Hochwasserwellen durch die Nebenflüsse unterhalb Waldshut geht unmittelbar aus der Darstellung hervor; in dieser lassen sich deutlich die folgenden Arten von Fluterscheinungen unterscheiden: die Oberrheinhochwasser, durch punktierte Linien bezeichnet, von 1851 VIII, 1852 IX, 1876 VI, 1881 IX; sie erreichen in Waldshut die größten Höhen, nehmen aber dann, durch die Nebenflüsse der Mittelgebirgslandschaften nur wenig unterstützt, nicht mehr wesentlich zu. Die Hochwasser, hauptsächlich durch die Mittelgebirgsflüsse veranlaßt, durch strichpunktierte Linien dargestellt, von 1844 II, 1845 III, 1850 II, 1862 II, 1882 XI; sie erreichen an den Oberrheinstationen die kleinsten Höhen, werden aber im weiteren Verlaufe durch die Mittelgebirgsflüsse bedeutend erhöht und gehören im Niederrhein — manche auch schon im Mittelrhein — mit zu den mächtigsten Fluterscheinungen des Rheins. Die durch Vereinigung größerer Oberrheinanschwellungen mit ebensolchen Nebenflußanschwellungen entstandenen Hochwasser, durch ganze Linien bezeichnet, wie 1819 XII 1824 XI, 1882 XII; sie kommen meist schon im Oberrhein den großen Hochwassererscheinungen nahe und erreichen dann im Mittel- und Niederrhein ähnliche Höhen, wie die vorgenannten. Zur Darstellung der niedrigsten Rheinstände wurden nur die neueren, ausgezeichneten Niederwasserstände von 1882 II, 1884 XI und 1894 I benützt.

Die größte Wasserstandsschwankung an den verschiedenen Rheinorten kann bei der Ungleichzeitigkeit der niedrigsten und höchsten Rheinstände und bei dem Wechsel der Abflußverhältnisse in der Zwischenzeit natürlich nur dann aus dem Unterschiede der Grenzwerte abgeleitet werden, wenn beide auf den gleichen Zeitpunkt bezogen sind, oder vielmehr, wenn festgestellt ist, welche Höhe der niedrigste Stand an einem bestimmten Stromorte zur Zeit des höchsten eingenommen haben würde. Die auf den Zeitpunkt der Höchststände bezogenen niedrigsten Stände finden sich in Spalte 6 der Zahlentafel 16; die damit berechneten größten Wasserstandsschwankungen in Spalte 10. Der Spielraum zwischen dem Höchst- und Tiefststand des Rheins erreicht zwischen Waldshut und Basel über 600 cm, nimmt dann bis Rheinau-Kehl in Folge der Abflachung der Hochwasserwellen durch Überflutung auf nahezu 500 cm ab, steigt unter der Einwirkung der Schwarzwald-Vogesenflüsse und des Neckars sowie der Gefällsabnahme — ungeachtet ausgedehnter Überflutung — bis auf rd. 700 cm wieder an, vermindert sich im Rheingau abermals, nun auf etwa 600 cm, um dann bei dem Eintritte in das enge Stromtal zwischen Bingen und Bonn wieder anzuwachsen. Die gleichzeitige Zunahme der Abflußmenge bei Coblenz erzeugt dann zwischen Andernach und Cöln die größten Wasserstandsunterschiede im Rhein unterhalb Basel von 900—1000 cm. Erst abwärts von Cöln nimmt der Wasserstandsunterschied aufs Neue allmählich ab.

Wenn vorstehend die unteren und oberen Grenzen der Wasserstandsschwankungen an den verschiedenen Rheinorten auf Grund der Beobachtungen aus einem etwa hundertjährigen Zeitraume gezogen worden sind, so ist gleichwohl die Möglichkeit gegeben, daß insbesondere die oberen Grenzwerte durch ein ungünstiges Zusammentreffen der Einflüsse auf die Scheitelbildung der größeren Hochwassererscheinungen noch erheblich höher gerückt werden können. Abgesehen von wesentlichen Aenderungen der klimatischen Bedingungen, welche hier nicht in Betracht kommen, sind es mehr zufällige Einflüsse, wie die Regenverteilung, wodurch ein ungünstigeres Zusammentreffen der Rhein- und Nebenflußwellen möglich erscheint, so daß — ohne bedeutendere Einzelabflußmengen, als seither beobachtet sind, annehmen zu müssen — die Gesamtflutbewegung im Rhein verschärft werden kann. Nicht minder können die Umstände des Abflusses, wie insbesondere eine verminderte Wasserzurückhaltung durch Überflutung in den oberen Rheingebietsabschnitten zu einer Überschreitung der bisher festgestellten Höchststände führen.

Der Entstehung außerordentlicher Hochwasserstände im Rheinstrome sind, wie schon hervorgehoben, die natürlichen Verhältnisse seines Einzugsgebietes im allgemeinen nicht günstig. Das entgegengesetzte Verhalten der Hochgebirgs- und Mittelgebirgszuflüsse in der jahreszeitlichen Verteilung ihrer Abflußmassen in Verbindung mit dem Umstande, daß starke und andauernde Niederschläge, welche außerordentliche Hochstände veranlassen können, doch nur selten eine weitere Ausbreitung erreichen, bewirkt, wie die Hochwasseraufzeichnungen aus dem letzten Jahrhundert beweisen, daß tatsächlich auch nur vereinzelt bedeutende Anschwellungen in allen oder doch in den wichtigsten Teilen des Stromgebietes gleichzeitig entstehen. Indes selbst gegebenen Falles treffen wegen

Digitized by Google

der ungemein verschiedenen Lauflängen und der ungleichen Zulaufzeiten die Einzelwellen nur selten so nahe mit ihren Höchstständen zusammen, daß es zur Bildung außergewöhnlicher Phänomene kommt. Insbesondere bei den Hochgebirgsflüssen darf angenommen werden, daß die seither abgelaufenen Hochwassererscheinungen wegen der inzwischen wesentlich verbesserten Abflußverhältnisse nicht mehr viel überschritten werden, zumal hier auch die Wahrscheinlichkeit eines noch ungünstigeren Zusammentreffens der Einzelwellen, wie bisher, nicht anzunehmen ist.

»Daß der Schweizer Rhein und die sämtlichen übrigen Zuflüsse zum Bodensee ihre Maximalwassermengen führen und noch dazu ein Niederschlagsmaximum auf die Seefläche fällt, ist bisher nicht beobachtet; bedeutende Niederschläge haben entweder im Quellgebiete des Rheins oder im Bodenseegebiete stattgefunden; doch könnte während eines außerordentlichen Hochwassers des Rheins das Seegebiet selbst mäßig überregnet sein.«*) Unter allen Verhältnissen aber bildet die ausgedehnte Seefläche einen wirksamen Regler für die Abflußmassen, welche auch bei dem bisher höchsten Seestande 1200 cbm in der Sekunde nicht überschreiten dürften; sie verhindert, daß der Schweizer Rhein für sich hohe Wasserstände in Waldshut zu erzeugen vermag. Ähnlich werden die Wellen aus der oberen Aare, der Reuß und Linth durch die Wasserzurückhaltung in den Seebecken, welche sie durchfließen, namhaft abgemindert. Insbesondere die Juragewässerkorrektion bedeutet einen so wesentlichen Eingriff in die natürlichen Stromzustände des Rheins, daß die Abflußmenge aus dem Bielersee 1000 cbm kaum mehr erreichen wird. Außergewöhnlich hohe Anschwellungen des Oberrheins sind daher seitens der Hochgebirgsflüsse nicht zu befürchten; wohl aber werden sie in jenen nicht häufigen Fällen zu erwarten sein, wenn die Schweizer Hochebene und die sie begrenzenden Vorberge — wie 1852 IX und 1881 IX — von einer mehr allgemeinen starken Überregnung, vielleicht auch verbunden mit dem Abgange von Neuschnee in den Vorbergen betroffen werden oder wann — wie 1876 VI — nur ein Teil jenes Gebietes räumlich zwar enger begrenzte, aber äußerst ergiebige Regenfälle empfängt. Die seither aufgezeichneten höchsten Anschwellungen im Oberrhein sind eingetreten:

1726 .	bei 603 cm Basel		1801 XII	bei 651 cm Basel
1740 XII	» 600 » »		1817 VII	» 609 » »
1758 VIII	» 600 » »		1852 IX	» 666 » » **)
1764 .	» 621 » »		1876 VI	» 657 » »
			1881 IX	» 612 » »

Die Abflußmenge des Rheins bei rd. 660 cm Basel wird mit 5400 cbm — wohl etwas zu groß — angegeben. Der Scheitel einer solchen Hochwasserwelle legt die Stromstrecke bis Mannheim in etwa 5 Tagen zurück und erreicht eine Höhe von 850 cm Speyer oder 860 cm Mannheim, wobei hier 5200 cbm zum Abflusse gelangen*). Während der Dauer einer solchen Anschwellung werden daher, falls gleichzeitig die Schwarzwald-Vogesenflüsse ihre mittlere Wasserführung nicht überschreiten, sekundlich gegen 350 cbm durch die Überschwemmungsgebiete des Oberrheins zurückgehalten.

Während in den Alpen Föhn herrscht und hier zu bedeutenden Überregnungen, oft vereinigt mit raschem Abgang von Neuschnee führt, besteht im Schwarzwald und in den Vogesen meistens Regenwetter; doch sind außergewöhnlich hohe Oberrheinwellen bisher noch nicht mit ebensolchen Hochständen der Schwarzwald-Vogesen-Flüsse zusammengetroffen. Von der zeitlichen Niederschlagsverteilung hängt es aber ab, ob der Höchstabfluß jener Nebengewässer mehr oder minder nahe an die größte Erhebung im Rhein heranrückt. Namentlich bei mehrtägiger, allmählich zunehmender und ungewöhnlich starker Überregung (wie 1882 XII, auch 1896 III) wird immer eine Verspätung im Eintritte des Höchstabflusses der Schwarzwaldgewässer und damit eine größere Erhöhung der Rheinwelle zu gewärtigen sein. An der Kinzigmündung, wo das Maximum des Rheinstandes 1882 XII die Höhe von 640 cm zu Ruprechtsau erreicht hat, würde die bis jetzt festgestellte größte Kinzigwelle ebenfalls von 1882 XII mit 515 cm Höhe zu Schwaibach, die dem Scheitel der Oberrheinwelle damals um 48 Stunden vorauslief, beim Zusammentreffen eine Hebung des Rheinstandes um 90 cm veranlaßt haben, so daß der höchste Stand des Rheins an der Kinzigmündung unter solchen ungünstigen Umständen auf 730 cm Ruprechtsau anwachsen könnte.

An der Neckarmündung treten wegen des größeren Fassungsvermögens des Strombettes außergewöhnliche Hochwassererscheinungen nur ein, wenn sowohl Oberrhein wie Neckar gleichzeitig hohe Anschwellungen zeigen und die Scheitel der Wellen beider nahe zusammentreffen. Da die hohe Oberrheinwelle, für sich betrachtet, 100 bis 120 Stunden Zeit nötig hat, um von Basel bis Mannheim vorzurücken, dagegen bei starkem Zuflusse aus dem Schwarzwald und den Vogesen schon 60 bis 72 Stunden nach der Scheitelbildung zu Basel in Mannheim kulminiert, und da ferner die Scheitel der größten bisher aufgezeichneten Neckarwellen 48 bis 72 Stunden nach Eintritt der stärksten Überregnung des Gebietes in Mannheim eingetroffen sind, so ist ein außerordentlicher Rheinstand an der Neckarmündung zu erwarten, sobald das Einzugsgebiet des Oberrheins in der Schweiz etwa 3 Tage früher als das Schwarzwald- und Neckargebiet oder mindestens 4 bis 5 Tage früher als das Neckargebiet für sich nach längerdauernden vorausgegangenen Regen nun ungemein stark überregnet wird. In beiden Fällen können die abfließenden Hochwasserwellen sich mit den Scheiteln nahe begegnen. Daß solche Fälle gleichwohl nur selten eintreten erscheint erklärlich, weil ungewöhnlich hohe Neckarwellen meist der kälteren Jahreszeit angehören, in der bedeutende Oberrheinanschwellungen nur ausnahmsweise entstehen;

*) Honsell M., der Bodensee und die Tieferlegung seiner Hochwasserstände. Stuttgart 1879.

**) Höchster Stand zu Basel, auch im Falle die Sohlensenkung des Rheins berücksichtigt wird.

*) Bestimmt nach den Abflußverhältnissen bei einem Rheinstande von 550 cm Speyer.

Digitized by Google

ebenso wird eine Regenverteilung, wie sie oben vorausgesetzt ist, nur vereinzelt bemerkt werden. Unter den großen Hochwassererscheinungen des XIX. Jahrhunderts ist es nur jene von 1845 III, bei der die Neckarwelle verhältnismäßig nahe an den Scheitel der Oberrheinwelle kam; indes hatte diese Rheinanschwellung zu Mannheim keine außergewöhnliche Höhe erreicht, auch der Neckar ist wesentlich unter den früher oder später verzeichneten Hochständen geblieben.

Der höchste Stand des eisfreien Rheins, wie er durch das Zusammentreffen der größten, seither festgestellten Oberrheinwelle von 1882 XII = rd. 890 cm zu Speyer mit dem Maximum der gewaltigen Neckarwelle von 1824 XI = 1074 cm zu Diedesheim, welches als eisfreier Höchststand betrachtet wird, entstehen müßte, wurde zu 980 cm am Pegel zu Mannheim gefunden*). Der Neckar würde in einem solchen Falle die Rheinwelle im Scheitel um rd 70 cm erhöhen. Für Mannheim und die zunächst unterhalb folgenden Rheinorte darf daher ein Rheinstand von 980 cm als die durch ungünstiges Zusammentreffen der Höchststände im Rhein und Neckar gebildete Maximalhöhe betrachtet werden. Indes bleibt zu berücksichtigen, daß insbesondere die Hochwasserwelle des Rheins von 1882 XII durch zahlreiche Deichbrüche gesenkt war, also bei einem Standhalten der künstlichen Begrenzung des Überflutungsgebietes noch größere Höhen erreicht haben würde. Anderseits hat die Vertiefung der Stromsohle des Rheins gerade in der Umgebung der Neckarmündung das Fassungsvermögen des Rheinbettes seit 1882 um etwa 250 cbm sekundlicher Abflußmenge vergrößert. Die durch Deichbrüche im Dezember 1882 überfluteten Flächen umfassen, soweit sie für die Rheinstände zu Mannheim in Betracht kommen können, 205 qkm mit einer Überflutungstiefe, welche — wie Einzeluntersuchungen ergeben haben — in den oberen Stromabschnitten bis gegen Maxau im Mittel 1,5 m, zwischen Maxau und Speyer 2,0 m und im unteren Teile 2,5 m erreicht hatte. Die Gesamtwassermenge, welche durch jene Deichbrüche nach und nach der im Rhein abfließenden Hochwassermenge entzogen worden ist, hat somit gegen 430 Millionen Kubikmeter innerhalb des Zeitraumes vom 28. bis 31. Dezember betragen, die sekundliche Minderung daher im Durchschnitte 1200 cbm — zeitweise mehr, dann wieder weniger, je nach der Anfüllung der erschlossenen Polder. Der Rhein hätte demnach bei einem Widerstehen der Deiche sekundlich über 1000 cbm mehr abführen, zu Mannheim also nahezu 100 cm höher ansteigen müssen**).

Nicht so selten, wie die Scheitel der hohen Oberrhein- und Neckarwellen zusammentreffen, begegnen die Höchststände des Rheins jenen des Mains. Die bedeutende Längenentwicklung des Mainlaufes und das durch geringes Gefälle und größere Überflutungsgebiete im Mittellaufe bedingte verhältnismäßig langsame Vorrücken der höheren Anschwellungen bewirken fast immer eine solche Annäherung an den Scheitel der Rhein-Neckarwelle. Für den Verlauf der Anschwellungen des Mains und insbesondere die Entstehung seines Höchststandes ist nach den Ergebnissen der früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand*) entscheidend, ob die Gebiete des Obermains und der Regnitz oder jene der Saale und Tauber frühzeitiger und stärker überregnet sind und ob sich die größten Abflußmengen mehr und minder nahe begegnen. Unter besonders ungünstigen Umständen erscheint das als Höchststand des Mains bei eisfreiem Abflusse bekannte Hochwasser von 1845 III entstanden zu sein; denn die Wellenscheitel vom Obermain her sind offenbar dem Saale-Tauber-Scheitel damals sehr nahe gekommen. Der zu Miltenberg verzeichnete Höchststand hat 727 cm erreicht und ist mit dem Scheitel der vom Oberrhein vorrückenden Flutwelle nahezu zusammengetroffen. Eine Begegnung jener Mainwelle von 1845 III mit der Oberrheinanschwellung von 1882 XI hätte in Mainz einen Rheinstand von 630 cm erzeugt, — nur etwa 30 cm über dem im November 1882 tatsächlich eingetretenen Maximum — wobei der Rheinspiegel durch die außerordentliche Mainwelle um 175 cm gehoben worden wäre. Während der Hochwassererscheinung von 1882 XI ist demnach bei Mainz der ungünstigste Fall des Zusammentreffens der seither im Rhein und Main festgestellten Höchststände annähernd verwirklicht worden. Eine weitere erhebliche Steigerung des Rheinstandes zu Mainz wäre daher nur mehr dann zu erwarten, wenn im Oberrhein nicht abermals so bedeutende Wassermassen durch die gewaltsamen Einbrüche des Stromes in sein umdeichtes Vorland zurückgehalten würden, wie es 1882 geschehen ist.

Für den im Niederrhein in der Umgebung von Cöln zu erwartenden Höchststand wird es wohl immer darauf ankommen, wie nahe sich die Anschwellungen aus dem Oberrhein und Neckar und dann wieder jene aus dem Mittelrhein und der Mosel mit ihren Höchsterhebungen begegnen; er wird daher durch eine Vereinigung des außerordentlichen Rheinstandes von 1882 XI, der auch hier, wie bei Mainz als größter, eisfreier Hochwasserstand zu betrachten ist, mit den in der Nahe, Lahn und Mosel abgelaufenen höchsten Wellen entstehen müssen. Als bedeutendste Fluterscheinungen kommen für die Nahe in Betracht das Hochwasser von 1890 I mit 698 cm zu Kreuznach, bei der Lahn das Novemberhochwasser von 1882 mit 678 cm zu Diez und bei der Mosel die Februarflut von 1844 mit 895 cm zu Cochem. Unter Berücksichtigung der Zulaufzeiten dieser Nebenflußwellen berechnen sich für jene außerordentlichen Hochwasser Erhöhungen des Rheinstandes zu Cöln von zusammen 256 cm und eine Gesamtfluthöhe von rd. 1020 cm — ohne Berücksichtigung der Sieg, deren Wellenscheitel übrigens kaum in einem gegebenen Falle dem Maximum des Rheinstandes begegnen dürfte. Der 1882 XI zu Cöln fest-

*) Der tatsächliche Höchststand in Mannheim im Jahre 1824 war jedoch 943 cm, da die Oberrheinanschwellung zur Zeit des Eintreffens der außerordentlichen Neckarwelle in Mannheim erst gegen 840 cm Höhe erreicht haben konnte.

**) Bei der Berechnung der Wasserzurückhaltung infolge der Deichbrüche wurde vorausgesetzt, daß die Wiederentleerung durch die meist schmale Einbruchsstelle nicht so schnell erfolgen kann, als das Zurückfließen des Wassers aus den offenen Überflutungsgebieten nach dem Rhein.

*) Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. VI. Heft. Das Maingebiet. Berlin 1901.

Digitized by Google

gestellte Höchststand hatte 952 cm erreicht, ist also nur etwa 70 cm unter dem berechneten Maximum zurückgeblieben und es darf angenommen werden, daß im Hinblick auf die noch mögliche Steigerung der Oberrheinflutwelle zu Mannheim und Mainz der höchste eisfreie Rheinstand für Cöln zwischen 1050 und 1100 cm gelegen ist, solange die gegenwärtigen Abflußverhältnisse keine wesentliche Änderung erfahren.

Für die Entstehung der Höchststände im Rhein unterhalb der Neckarmündung, dann in dem engen Stromtale zwischen Bingen und Bonn und besonders in der Tieflandstrecke abwärts von Cöln sind die gelegentlich im Gefolge von Eisstauungen aufgetretenen, oftmals ungeheuerlichen Fluthöhen weit wichtiger, als die eigentlichen Hochwasserwellen, namentlich, weil solche Vorkommnisse in jenen Abschnitten des Stromlaufes keineswegs zu den seltenen Erscheinungen zählen. Die in solchen Fällen unter Umständen zustande kommenden Rheinhöhen entziehen sich jedoch der Voraussicht; sie haben nach den bis jetzt vorliegenden verläßlichen Nachrichten den bei eisfreiem Strome eingetretenen Höchststand zu Mainz noch um 50 cm, jenen bei Cöln um rd. 310 cm Höhe überschritten.

Bei den vorstehenden Untersuchungen über die Entstehung außergewöhnlich hoher Rheinanschwellungen wurde von seither wirklich beobachteten Wasserständen ausgegangen und nur ein Zusammentreffen jener nicht überall gleichzeitig eingetretener Höchststände des Rheins und seiner Nebenflüsse vorausgesetzt. Ein Zustandekommen solcher außerordentlicher Verhältnisse liegt keineswegs außer dem Bereiche des Möglichen, wenn auch die Bedingungen hiefür nur äußerst selten gegeben sein werden. Jedenfalls stellen aber die berechneten Wasserstände die größten Höhen im Rhein dar, welche auf Grund seither tatsächlich festgestellter Höchststände der Nebenflüsse erwartet werden könnten. Über jene Höchststände noch hinauszugehen und mit Zuständen zu rechnen, die bisher noch nicht beobachtet sind, kann hier nicht in Betracht kommen. »Was im Gebiete der Naturerscheinungen nach Menschen Gedenken und Wissen zu keiner Zeit dagewesen ist, mit dem darf auch nicht gerechnet werden, wenigstens hat dies da keinen Zweck, wo es sich um praktische Folgerungen handelt«. (Honsell.)

Digitized by Google

Die Vorausbestimmung der Rheinstände.

Die praktisch wichtigste Folgerung aus den vorstehenden Ergebnissen der Untersuchungen über die gesetzmäßigen Erscheinungen in den Abflußverhältnissen des Rheins besteht in der Vorausermittelung der Wasserstandsbewegung im Rhein an einem bestimmten Stromorte aus der ihr zeitlich entsprechenden und als bekannt vorauszusetzenden Bewegung in den oberhalb gelegenen Rhein- und Nebenflußabschnitten. Schon auf Grund der im III. Heft gegenwärtiger Veröffentlichungen *) gewonnenen Untersuchungsergebnisse war die Möglichkeit einer Vorausbestimmung mit einem dem praktischen Bedürfnisse entsprechenden zeitlichen Vorsprunge und einem noch genügenden Grade von Genauigkeit erkannt worden. Seitdem sind die Grundlagen des Rechnungsverfahrens mit Hilfe neuen Tatsachenmaterials weiter verbessert und das Verfahren selbst vereinfacht worden, auch eine den Zwecken der Prognose angepaßte Wasserstandsmeldung ist eingerichtet und die Vorausberechnung bei mehreren Rheinanschwellungen der jüngsten Zeit mit befriedigendem Erfolge durchgeführt worden. Es erscheint hierwegen angemessen, die Vorausbestimmung der Rheinstände, wie sie auf der Grundlage der Ergebnisse der Hochwasseruntersuchungen möglich wäre, im folgenden in bezug auf Einrichtung und Verfahren darzustellen.

Meldesysteme, Meldedienst. Die Vorausbestimmung der Rheinstände auf Grund der Untersuchungsergebnisse könnte für jede beliebige Pegelstelle, für welche die Beziehungen zwischen den gleichwertigen Rheinständen und ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge ermittelt worden sind, erfolgen; tatsächliche Bedürfnisse dazu bestehen indes vorwiegend nur an den großen Mittelpunkten des Rheinverkehrs, unter welchen Mannheim—Ludwigshafen, Mainz, Cöln und die bedeutenden Hafenplätze an der Mündung der Ruhr gegenwärtig die wichtigsten sind. Da die Rheinhöhen unterhalb Cöln wegen der Wasserfülle des Stromes erhebliche Änderungen durch die hier noch zufließenden, verhältnismäßig kleinen Nebenflüsse nicht mehr erfahren und die Wasserstände von Duisburg-Ruhrort sich jederzeit in einfacher Art aus jenen von Cöln ableiten lassen, so wird sich die eigentliche Vorausermittlung auf die Orte Mannheim, Mainz und Cöln beschränken können. Die besonderen Verhältnisse am Rhein, namentlich der Umstand, daß wichtige Nebenflüsse, wie Neckar und Main, unweit der Stelle münden, für die eine Vorausbestimmung erwünscht ist, daß diese Nebenflüsse selbst wieder nahe ihrer Mündung noch wasserreiche Zuflüsse erhalten, demnach die Orte, welche die Wasserstandsnachrichten abzugeben haben — die Meldestellen — verhältnismäßig nahe den Empfangsstellen der Nachrichten liegen müssen, erlauben keine zentralisierte Vorausbestimmung für das Rheingebiet, ähnlich wie sie an der Seine oder in anderen Stromgebieten eingerichtet ist. Würden unter solchen Umständen die Wasserstandsmeldungen zunächst an eine entfernte Zentrale geleitet, dort die Vorausberechnung durchgeführt und das Ergebnis nun erst den Empfangsstellen mitgeteilt, so würde hierdurch ein größerer Zeitverlust entstehen und der ohnehin knappe Zeitraum zwischen der Meldung der Anschwellung und ihrem Eintreffen an der Empfangsstelle, der doch nicht viel weniger als 24 Stunden betragen sollte, noch um mehrere Stunden vermindert. Für das Rheinstromgebiet erscheint daher die Teilung in einzelne Abschnitte (Meldesysteme) zweckmäßig, die vorerst unter sich unabhängig und so eingerichtet sind, daß bei einem möglichst großen zeitlichen Vorsprung der Wasserstandsmeldung vor dem Eintreffen der Welle, mindestens alle für die Höhenentwicklung der Anschwellung wichtigen Gewässer berücksichtigt werden können; diese Forderung hat am Neckar zu einer Einbeziehung der größeren Zuflüsse II. Ordnung in das System der Wasserstandsmeldung geführt; doch

*) Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet III. Heft. Berlin 1897.

Digitized by Google

ist damit nicht weiter gegangen worden, als es die Übersichtlichkeit des Rechnungsverfahrens noch erlaubt hat. Die Auswahl der Meldestellen hatte sich auch nach der Fortpflanzungsdauer der Anschwellungen im Rhein und den Nebenflüssen zu richten; denn die gemeldeten Wasserstände sollen, um für die Vorausberechnung nutzbar gemacht werden zu können, zusammengehörig sein.

Im Meldesystem Mannheim wurde als obere Rheinstation Maxau gewählt, da hier der Rhein seine wichtigeren Nebenflüsse aus dem Schwarzwald und den Vogesen gesammelt hat, als entsprechende Neckarstation Plochingen. Die Wahl von Plochingen wird durch das Verhalten des oberen Neckars bedingt, der bis zur Filsmündung herab in kurzer Aufeinanderfolge eine größere Zahl wasserreicher Nebenflüsse aus der schwäbischen Alb aufnimmt, wodurch seine Wasserführung eine fortwährende Umgestaltung erfährt; erst von Plochingen ab kommt in die Bewegung des hier schon zum wasserreichen Flusse angewachsenen Neckar größere Beständigkeit. Plochingen liegt noch soweit von der Mündung entfernt, daß eine höhere Neckarwelle die Flußstrecke erst in 20 bis 22 Stunden durchlaufen, demnach mit der von Maxau vorrückenden Rheinwelle zusammentreffen kann. Von den Nebenflüssen des Neckars unterhalb Plochingen wurden nur die Enz, welche den Zufluß aus dem Schwarzwald darstellt, sowie Kocher und Jagst als wichtigste Zuflüsse des schwäbischen Beckens in Rechnung gezogen. Die Meldestellen an den genannten Nebenflüssen des Neckars liegen jeweils soweit aufwärts der Mündungsstellen, daß sich die Einzelwellen im Neckar annähernd begegnen können.

Im Meldesystem Mainz wurde Maxau als Rheinstation beibehalten, dagegen — mit Rücksicht auf die vereinfachte Berechnung der Einwirkung des Neckars auf den Rheinstand in Mainz — Diedesheim unterhalb der Jagstmündung für den Neckar angenommen. Infolge des langsamen Fortschreitens der hohen Rheinwelle zwischen Mannheim und Mainz bleibt auch bei der Wahl von Diedesheim als Nekarstation ein genügend großer zeitlicher Vorsprung für die Vorausberechnung gewahrt. Ein der Fortpflanzungsdauer Maxau—Mainz und Diedesheim—Mainz angemessenes Zeitintervall wurde bei dem Main durch Wahl der Meldestelle Lohr erhalten; eine besondere Berücksichtigung der Tauber, deren Anschwellungen den Mainwellen um 48 bis 60 Stunden vorauseilen, ist nur ausnahmsweise erforderlich.

Im Meldesystem Cöln war ein entsprechender zeitlicher Vorsprung der Wasserstandsmeldung und Vorausberechnung vor dem Eintreffen der Rheinwelle in Cöln nur mit Mainz als Ausgangsstation zu erzielen. Nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der höheren Rheinanschwellungen zwischen Mainz und der Lahn-Mosel-Mündung richtete sich andererseits die Lage der korrespondierenden Lahn- und Moselstationen, die mit Rücksicht auf passende Meldestellen nach Wetzlar und Trier zu verlegen waren. Das Verhalten der Nahe konnte durch die Aufnahme der Meldestelle Kreuznach berücksichtigt werden; gleichzeitig beobachtete Rheinstände in Mainz und Nahestände in Kreuznach treffen in Bingen annähernd zusammen. Die Anschwellungen der Sieg haben auf den hohen Rheinstand in Cöln zwar keine größere Wirkung, da die Siegwelle meist schon 9 Stunden nach ihrem Eintritt in Buisdorf in Cöln eintrifft, also früher zur Geltung kommt, als die gleichzeitig gemeldeten Rhein-, Lahn- und Moselstände, welche das Maximum bedingen; immerhin ist das Verhalten der Sieg wegen der Nähe ihrer Mündung bei Cöln auf den Rheinstand nicht ohne Einfluß. Die Berücksichtigung der Siegstände ist dementsprechend durch die Aufnahme von Buisdorf in das Meldesystem ermöglicht.

Die hiernach gewählten Meldestellen sind

für Mannheim: Maxau am Rhein, Plochingen am Neckar, Pforzheim an der Enz sowie Gaildorf für den Kocher und Crailsheim für die Jagst;

für Mainz: Maxau am Rhein, Diedesheim am Neckar, und Lohr am Main;

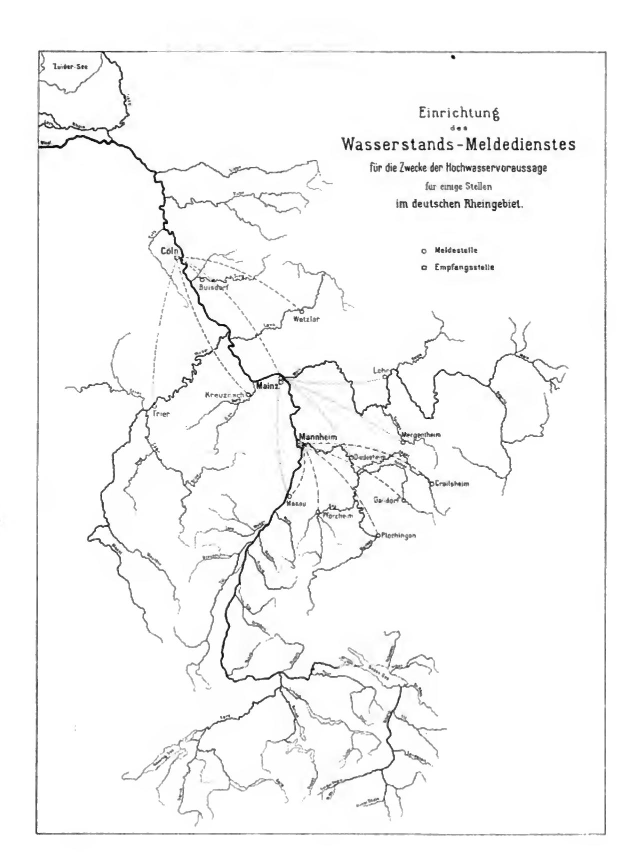
für Cöln: Mainz am Rhein, Kreuznach an der Nahe, Wetzlar an der Lahn, Trier an der Mosel und Buisdorf an der Sieg.

Die gegenseitige Lage der Melde- und der Empfangsstellen ist aus der nebenstehenden Übersichtskarte zu ersehen.

Zum Zwecke einer tunlichst raschen Mitteilung der Wasserstände an die Empfangsstellen war ein eigener Wasserstandsmeldedienst einzurichten. Es war zunächst dafür zu sorgen, daß die Meldungen stets von allen Stellen, deren Beobachtungen bei der Vorausberechnung in Betracht kommen, abgegeben werden; dies geschieht durch die Vorkehrung, daß die Empfangsstelle selbst, sobald ihr von einer oder mehreren Seiten Nachrichten über beginnendes Anschwellen der Gewässer zugehen, die noch übrigen Stellen auffordert, ebenfalls Meldungen abzugeben. Ähnlich werden von der Empfangsstelle aus die telegraphischen Meldungen wieder eingestellt, wenn die Anschwellungserscheinung im Rhein den Höhepunkt überschritten hat und eine neue nach den Witterungsverhältnissen nicht bevorsteht*). Ferner war, um die Empfangsstellen in den Stand zu setzen, den Verlauf der Wasserstandsbewegung in den einzelnen Gewässern so vollständig zu erkennen, daß Einschaltungen von Wasserständen, wie sie bei der Vorausberechnung fast immer notwendig werden, vorgenommen werden können, ohne größere Fehler befürchten zu müssen, dafür zu sorgen, daß durch die Beobachter, bei tunlichster Beschränkung der Kosten, möglichst viele Wasserstände mitgeteilt werden können; diese Forderung führte dazu, ein einfaches und leichtverständliches Chiffrierverfahren anzuwenden. Da mit dem einfachen Telegramm 10 Worte mitgeteilt werden dürfen, wovon für die Bezeichnung der Empfangsstelle 2 Worte vorbehalten bleiben müssen, so können jeweils 8 Worte oder 8 mal 5 Ziffern mitgeteilt werden. Nach dem hier angewendeten Verfahren bildet, namentlich um Irrungen bei der Abfassung der Depesche und bei ihrer Entzifferung zu vermeiden, jede Gruppe von 5 Ziffern eine

*) Die Grundsätze für die Einrichtung eines Meldedienstes für die Wasserstands-Vorausbestimmung im Rhein wurden gelegentlich der Zusammenkunft der Kommissare der deutschen Rheinuferstaaten zu Waldshut im Mai 1898 nach den Vorschlägen des Vorstandes des Zentralbureaus aufgestellt.

Digitized by Google



Digitized by Google

für sich verständliche und in sich abgeschlossene Meldung. Jeweils die ersten beiden Ziffern (Stundenzahlen) bedeuten die Eintrittszeit, gerechnet von der Mitternacht des Meldetages an, die 24 Stunden durchlaufend gezählt. Die Stundenzahlen beginnen mit der Beobachtung um 9 Uhr vormittags des Vortages und schließen mit jener um 6 Uhr früh des Meldetages; da die zu meldenden 8 Wasserstände aus dem Zeitraume der vorausgegangenen 24 Stunden stets so ausgewählt werden, daß sie außer den auf die regelmäßigen Beobachtungszeiten um 6 Uhr und 12 Uhr vor- und nachmittags fallenden Stunden die Aufzeichnungen von 3 Uhr und 9 Uhr vor- und nachmittags mit umfassen, so lauten die ersten beiden Ziffern der Zahlengruppen ein für allemal 09 12 15 18 21 24 03 06. Die folgenden 3 Ziffern jeder Gruppe bedeuten den Wasserstand in Centimeter, gerechnet vom Nullpunkte des in Betracht kommenden Pegels. Fallen eine oder mehrere der zu meldenden Beobachtungen aus, so treten, um Mißverständnisse bei der Entzifferung der Depeschen zu vermeiden, an die Stelle der fehlenden Ziffern Nullen; sind Wasserstände unter 100 zu melden, so wird die fehlende dritte Stelle ebenfalls durch Einschaltung einer Null ergänzt; bei den wohl nur selten vorkommenden Wasserständen über 1000 cm bleibt die vierte Stelle fort; der eigentliche Betrag ist aus dem Zusammenhange mit den übrigen Wasserstandszahlen zu erkennen.

Die telegraphischen Mitteilungen der Wasserstände finden in den Frühstunden zwischen 7 und 8 Uhr statt, doch nur während größerer Anschwellungen des Rheins. Für Zeiträume lebhafter Wasserstandsbewegung, während welcher telegraphische Meldungen wegen zu geringer Höhen der Wasserstände nicht abgegeben werden, erfolgen die Benachrichtigungen mittels Postkarten, im übrigen in der gleichen Art, wie die telegraphische Meldung; ihre Absendung richtet sich nach den Postbeförderungsverhältnissen. Die Karten sollen der Empfangsstelle ebenfalls in den Frühstunden zugehen.

Der Meldedienst befindet sich seit etwa zehn Jahren zunächst für die Empfangsstellen Mainz und Cöln im Gang und hat eine wesentliche Änderung bisher nicht erfahren.

Das Verfahren bei der Vorausbestimmung der Rheinhöhen an den Empfangsstellen aus den gemeldeten Wasserständen entspricht im allgemeinen dem Gange bei der Ableitung jener Wasserstandszunahme, die ein bestimmter Rheinstand durch einen mit ihm korrespondierenden Nebenflußstand erfährt, wenn die beiden Einzelstände bekannt sind. Jenes Verfahren ist eingehend in dem III. Hefte der Ergebnisse der Hochwasseruntersuchungen im deutschen Rheingebiet (S. 67 und 68) behandelt worden; im vorliegenden Falle war es nur den besonderen Verhältnissen in den einzelnen Stromabschnitten anzupassen. Im wesentlichen war für jede Empfangsstelle zu ermitteln, welchen Anteil Oberrhein und Nebenfluß je für sich an der schließlichen Rheinhöhe, also in Mannheim, Mainz und Cöln haben; für Mannheim kam hierwegen der Neckar, für Mainz Neckar und Main, für Cöln Nahe, Lahn, Mosel und Sieg als wichtigere Zuflüsse neben dem Rhein in Betracht. Sodann war festzustellen, in welchem Größenverhältnis die gefundenen Anteile zu den sie veranlassenden Oberrhein- und Nebenfluß-Wasserständen stehen; denn mit Hilfe der erhaltenen Verhältniszahlen lassen sich umgekehrt zu den gegebenenfalls gemeldeten Oberrhein- und Nebenflußständen ihre entsprechenden Anteile an der Wasserstandsbewegung des Rheins bei der Empfangsstelle im voraus berechnen. Bei der Ermittlung der genannten Verhältniszahlen wurden im allgemeinen die schon früher abgeleiteten Höhenverhältnisse sowie die inzwischen genauer festgestellten Fortpflanzungszeiten der Rheinwellen, welche in der Zahlentafel 14 verzeichnet sind, benutzt. Die Bestimmung der Einflußgrenzen der Nebengewässer wurde teilweise neu vorgenommen, soweit genügende Wassermengenangaben des Rheins und seiner größeren Nebenflüsse vorgelegen haben. Als Grenzwert wurde jener Nebenflußstand betrachtet, bei welchem keine größeren Wasserstandswechsel im Rhein als höchstens 5 cm veranlaßt werden können. Es wurde also die sekundliche Abflußmenge je eines 5 cm hohen Wasserquerschnittes des Rheins bei den verschiedenen Rheinständen festgestellt, und jener Nebenflußstand ermittelt, bei welchem diese Mindestmenge gerade noch geliefert wird. Die so erhaltenen Werte entsprechen jedenfalls besser den tatsächlichen Verhältnissen, als die früher auf Grund vergleichender Wasserstände nur schwierig nachweisbaren Grenzwerte.

Die Verhältniszahlen φ zwischen den Nebenflußhöhen h und den durch sie veranlaßten Erhöhungen e der Rheinstände H waren ebenfalls neu abzuleiten, wenigstens in dem Umfange, wie sie bei der schließlichen Berechnung der Tabellen zur Vorausbestimmung der Rheinstände verwendet worden sind. Wegen des jetzt viel umfangreicheren Beobachtungsmaterials war es möglich die Abhängigkeit der Werte $\varphi = \frac{e}{h}$ sowohl von der Rheinhöhe H als von der Nebenflußhöhe h darzustellen und damit dem tatsächlichen Änderungsgesetze näherzukommen.

Für die Vorausbestimmung der Rheinhöhen zu Mannheim *) wurden als Meldestationen, die unter den gegebenen Verhältnissen den größten zeitlichen Vorsprung der gemeldeten Wasserstände vor den vorausberechneten ermöglichen würden, Maxau am Rhein, Plochingen am oberen Neckar, Pforzheim an der Enz, sowie Gaildorf am Kocher und Crailsheim an der Jagst bezeichnet. Indes ergaben versuchsweise Ermittelungen alsbald, daß auf dem sonst gewählten Wege der Zergliederung der im Rhein bei Mannheim wirksam werdenden Neckarwellen in die Anteile des oberen Neckars, der Enz, des Kochers und der Jagst mit Hilfe »gleichwertiger Wasserstände«

*) Hier und im folgenden ist immer der Wasserstand des Rheins zu Mannheim an der Neckarmündung verstanden, da der Rheinpegel zu Mannheim im Rückstaubereich des Neckars steht.

Digitized by Google

— um die Einzelbeteiligung jedes dieser Gewässer an der Rheinerhöhung zu erhalten — keine solchen Beziehungen zu gewinnen waren, auf die eine Vorausbestimmung sich hätte gründen lassen. Wie leicht erklärlich rührt dies daher, daß bei der ungemein lebhaften Bewegung der Gewässer des oberen Neckargebietes in den Anschwellungsperioden tatsächlich zusammengehörende Wasserstände kaum festzustellen sind, hauptsächlich wohl auch daher, daß die Meldestellen Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim doch verhältnismäßig weit flußaufwärts liegen und für das Gesamtverhalten der entsprechenden Gewässer und ihre Einwirkung auf den Rheinstand nur mehr im großen ganzen maßgebende Beobachtungen liefern.

Hierwegen war weiter zu untersuchen, ob nicht zwischen den Abflußmengen, welche bei bestimmten Wasserständen zu Plochingen usw. vom oberen Neckargebiete, vom Enz-, Kocher- und Jagstgebiete abfließen und zusammen die Wassermenge in Diedesheim ergeben, und jenen Einzelwasserständen selbst noch ein genügend einfacher Zusammenhang bestehe, um die Abflußmenge in Diedesheim aus diesen ermitteln zu können. Vor allem kam es darauf an, die Abflußmengen zu kennen, welche das ganze Einzugsgebiet oberhalb Diedesheim mit zusammen 12610 qkm Fläche bei bestimmten Wasserhöhen zu Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim an den Neckar liefert; da dieses Gebiet außer den Einzugsflächen des oberen Neckars, der Enz, des Kochers und der Jagst noch 2570 qkm Flächenabschnitte umfaßt, die unmittelbar nach dem mittleren und unteren Neckar entwässern, so waren diese Abschnitte jenen vier Gebieten nach Maßgabe der gleichartigen Höhen- und Niederschlagsverhältnisse zuzuteilen, wodurch sich ergab:

	eigentliche Gebietsfläche:	zugeteilter Abschnitt:	Gesamt-Fläche:	Flächen-Zunahme:
für den ob. Neckar	4000 qkm	—	4000 qkm	1 : 1.0
» die Enz-Nagold	2220 »	730 qkm	2950 »	1 : 1.3
» den Kocher	1990 »	1280 »	3270 »	1 : 1.6
» die Jagst	1830 »	560 »	2390 »	1 : 1.3

Die Abflußmengen von den eigentlichen Gebietsflächen fanden sich aus den Wassermengenmessungen und anderen Feststellungen für den oberen Neckar bei Plochingen, für die Enz bei Besigheim, den Kocher bei Neuenstadt und die Jagst bei Möckmühl *); sie waren in dem oben bestimmten Verhältnisse der Flächenzunahme zu vermehren, um den Abfluß von den Gesamtflächen zu geben und sodann mit Hilfe der gleichwertigen Höhen auf die Wasserstände an den oberen Stationen (Meldestellen) zu beziehen, um den gewünschten Zusammenhang zwischen jenen Ständen und dem Gesamtabflusse herzustellen. Die schließlich gefundenen Beziehungen waren:

Neckarstand zu Plochingen	Abfluß vom oberen Neckargebiet	Enzstand zu Pforzheim	Abfluß vom Enzgebiet
bei 127 cm **)	34 cbm	90 cm	12 cbm
» 131 »	29 »	104 »	20 »
» 281 »	210 »	305 »	(715 »)
» 513 »	(1200 »)		

*) Nach den Verwaltungsberichten der Kgl. Württ. Ministerialabteilung für den Straßen- und Wasserbau für 1893—1895 u. ff.

**) Bezogen auf die neue Teilung.

Kocherstand zu Gaildorf	Abfluß vom Kochergebiet	Jagststand zu Crailsheim	Abfluß vom Jagstgebiet
bei 25 cm	8 cbm	98 cm	7 cbm
» 42 »	13 »	101 »	7 »
» 48 »	16 »	122 »	12 »
» 72 »	24 »	130 »	13 »
» 113 »	50 »	188 »	70 »
» 476 »	(1290 »)	321 »	254 »

Die vorstehend verzeichneten Höhen und zugehörigen Mengen wurden hierauf in bekannter Art in Koordinatenform aufgetragen und die entstandenen Punktreihen durch vier vermittelnde stetige Linien ersetzt, so daß zu beliebigen Höhen an den Meldestellen die entsprechenden Mengen entnommen werden können. Da es sich bei den folgenden Feststellungen indessen weniger um die von den Teilgebieten abfließenden als um die in Diedesheim ankommenden Wassermassen handelt, so waren die Summen der Abflußmengen der vier Gewässer jeweils auf die schließliche Menge zu Diedesheim auszugleichen; dies geschah unter Benützung zahlreicher korrespondierender Wasserstände an den vier Meldestellen und zu Diedesheim, wobei anstatt der Wasserstände die oben ermittelten — vorläufigen — Abflußmengen eingesetzt und der Fehlbetrag gegenüber dem Abflusse zu Diedesheim im Verhältnisse der Größen jener Teilmengen an diesen selbst ausgeglichen wurde. Die so erhaltenen berichtigten Abflußmengen nehmen jedoch nur bis zur Überflutungshöhe, welche für den oberen Neckar bei 330 cm zu Plochingen, für den Kocher bei 250 cm zu Gaildorf und für die Jagst bei 200 cm zu Crailsheim liegt, in der gefundenen regelmäßigen Art zu. Für die überflutenden Wassermassen, welche viel langsamer abfließen, als die im Flußgerinne sich fortbewegenden, bestehen andere Beziehungen zwischen den Wasserständen und zugehörenden Abflußmengen; sie wurden weiter wie folgt ermittelt: Aus den verfügbaren Wasserstandsaufzeichnungen an den 4 Meldestellen und zu Diedesheim wurden die genauer bestimmbaren zusammengehörigen Wasserstände sowohl aus Zeitabschnitten beharrenden als wechselnden Abflusses — im letzteren Falle unter Berücksichtigung der mittleren Zulaufzeiten von 12 Stunden für Plochingen—Diedesheim und von 15 Stunden für die übrigen Flußstrecken — ausgewählt und die den Wasserständen entsprechenden berichtigten Abflußmengen eingesetzt. Im Falle keines der Gewässer seine Ufer überschritten hatte, mußte nach dem Vorausgehenden die Summe der vier Teilmengen der Abflußmenge zu Diedesheim gleichkommen. Sobald jedoch eines oder mehrere der Gewässer über die Ufer getreten waren, war in Diedesheim eine größere Abflußmenge zu bemerken, als die bordvollen Gerinne sie abführen konnten; der Mehrabfluß zu Diedesheim stand dann nur mit der überflutenden Menge im Zusammenhang. Zur genaueren Feststellung der genannten Verhältnisse wurden zunächst jene Fälle ausgewählt, bei welchen — was seither am häufigsten beobachtet worden war — nur der Kocher seine Ufer überschritten hatte, die übrigen Gewässer nicht. Die ermittelten Überstauungshöhen des Kochers, also die Mehrbeträge über 250 cm zu Gaildorf und die 15 Stunden später beobachteten Mehrabflüsse zu

Digitized by Google

Diedesheim ergeben nach der Zahlentafel 17 folgenden Zusammenhang: Es entspricht

einer mittleren Überstauungshöhe des Kochers zu Gaildorf	ein durchschnittlicher Mehrabfluß zu Diedesheim
von 50 cm Gaildorf	von 60 cbm
» 100 » »	» 140 »
» 150 » »	» 210 »
» 200 » »	» 290 »

Nach der nun gegebenen Möglichkeit, den Anteil des Kochers an dem Mehrabflusse zu Diedesheim für sich zu bestimmen, konnte unter Benützung der ebenfalls nicht seltenen Fälle gleichzeitiger Fluterscheinungen im Kocher und in der Jagst durch Ausscheidung des ersteren der Anteil in der Jagst bestimmt werden. Es fanden sich

bei einer mittleren Überstauungshöhe der Jagst	ein durchschnittlicher Mehrabfluß zu Diedesheim
von 50 cm Crailsheim	von 70 cbm
» 100 » »	» 200 »
» 150 » »	» 340 »

Schließlich konnte, da in dem Enz-Nagoldgebiete größere Wassermengen überhaupt nicht zurückgehalten werden, durch Ausscheiden von Kocher und Jagst noch der Anteil des oberen Neckar an dem Mehrabflusse in Diedesheim festgestellt werden; die gefundenen Mittelzahlen sind

bei 50 cm zu Plochingen	110 cbm zu Diedesheim
» 100 » » »	250 » » »

Mittels der erhaltenen Beziehungen zwischen den Abflußhöhen und Mengen für überflutende Wasserstände konnten nun auch das schon erwähnte Diagramm zwischen den Wasserständen zu Plochingen und den zugehörigen Abflußmengen vom oberen Neckargebiete nach Diedesheim und ebenso die entsprechenden Diagramme für das Kocher- und Jagstgebiet in Bezug auf jene größeren Höhen ergänzt werden; damit war aber zugleich die Grundlage gewonnen für die Vorausbestimmung der Abflußmenge zu Diedesheim aus den 12 bezw. 15 Stunden früher beobachteten Ständen des oberen Neckars, der Enz sowie des Kochers und der Jagst.

Der weitere Gang des Verfahrens, um aus korrespondierenden Wasserständen zu Diedesheim und Maxau die schließliche Rheinhöhe für Mannheim abzuleiten, entspricht dem schon im allgemeinen angedeuteten Wege der Zergliederung der Rheinwelle Mannheim in ihre beiden Komponenten Oberrhein und Neckar mittels der gleichwertigen Rheinstände Maxau-Mannheim. Für zahlreiche Anschwellungserscheinungen des Rheins bei Mannheim aus dem Zeitraume seit 1886 wurden die Anteile des Neckars an diesen ermittelt, innerhalb jeder der Anschwellungsperioden mehrere Rheinstände ausgewählt, die zugehörigen Neckarstände auf Grund der Zulaufzeiten Diedesheim-Mündung bestimmt und schließlich die Verhältniszahl zwischen Rheinerhöhung zu Mannheim und Neckarhöhe abgeleitet.

Bei der Bestimmung der korrespondierenden Neckarstände kamen als Mindesteinflußhöhen des Neckars in Abzug:

bei Rheinständen zwischen

250—300 cm Maxau	50—52 cm Diedesheim
300—350 » »	52—56 » »
350—400 » »	56—62 » »
400—450 » »	62—70 » »
450—500 » »	70—79 » »
500—550 » »	79—90 » »
550—600 » »	90—101 » »
600—650 » »	101—110 » »
650—700 » »	110—117 » »
700—750 » »	117—123 » »
750—800 » »	123—129 » »
800—850 » »	129—132 » »

Die gefundenen Verhältniszahlen wurden nach Stufenwerten von je 25 cm zusammengefaßt und die nicht bedeutenden Unstetigkeiten in der Aufeinanderfolge der Einzelwerte durch das graphische Ausgleichsverfahren beseitigt, so daß die nachstehende stetige Zahlenfolge erhalten wurde:

Verhältniszahlen für den Neckar (bezogen auf Mannheim):

bei einem		bei einem Rheinstand in Maxau von							
		350 bis 400	400 bis 450	450 bis 500	500 bis 550	550 bis 600	600 bis 650	650 bis 700	700 bis 750
Neckarstand in Diedesheim von	650—600	0.42	0.41	0.39	0.38	0.36	0.34	0.32	0.27
	600—550	0.44	0.43	0.41	0.39	0.37	0.35	0.33	0.28
	550—500	0.45	0.44	0.42	0.40	0.38	0.36	0.33	0.29
	500—450	0.46	0.45	0.43	0.41	0.38	0.36	0.34	0.30
	450—400	0.48	0.47	0.44	0.42	0.39	0.37	0.35	0.31
	400—350	0.50	0.48	0.45	0.43	0.40	0.38	0.36	0.32
	350—300	0.54	0.51	0.47	0.45	0.42	0.39	0.37	0.33
	300—250	0.60	0.56	0.52	0.47	0.45	0.41	0.39	0.35

Die Verhältniszahlen nehmen sowohl mit wachsender Rheinhöhe als Neckarhöhe im allgemeinen langsam ab; eine Wiederzunahme scheint erst bei größeren Neckarhöhen, als sie hier in Betracht gezogen wurden, einzutreten.

Da die schließliche Rheinhöhe zu Mannheim gleich ist der Summe aus der zu Maxau gleichwertigen Höhe in Mannheim (Rheinanteil) und dem Produkte aus der wirksamen Neckarhöhe in die entsprechende Verhältniszahl (Neckaranteil), so konnte die Berechnung der Rheinstände an der Neckarmündung nun in allen Fällen erfolgen, die innerhalb der Grenzen der bis jetzt vorhandenen genaueren Aufzeichnungen liegen.

Digitized by Google

Das Verfahren zur Vorausbestimmung der Rheinhöhen zu **Mainz** gründet sich vor allem auf die zu Maxau und Mainz sowie zu Frankenthal und Mainz gleichwertigen Rheinstände und ihre zeitliche Aufeinanderfolge. Mittels jener Zahlenwerte waren die Anteile festzustellen, welche der Oberrhein zu Maxau, sodann der Zuwachs des Rheinstandes zwischen Maxau und Frankenthal und jener zwischen Frankenthal und Mainz je für sich an der Wasserstandsbewegung in Mainz haben. Die erwähnten Anteile bestimmen der Reihe nach das Maß der Erhöhung des Rheinstandes in Mainz durch den Oberrhein, den Neckar und den Main; sie waren unter Benützung der sämtlichen seit 1886 genauer beobachteten Anschwellungen, von welchen auch Aufzeichnungen über die gleichzeitigen Bewegungen im Neckar und Main vorgelegen haben, abzuleiten.

Weiter waren mit Hilfe der Zulaufzeiten der Neckarwellen von Diedesheim bis Frankenthal und der Mainwellen von Lohr bis Mainz jene Wasserstände des Neckars und Mains festzustellen, die mit bestimmten Rheinerhöhungen zu Mainz in ursächlichem Zusammenhang stehen.

Die Grenzen für die beginnende Einwirkung des Neckars auf die Wasserstandsbewegung im Rhein an der Neckarmündung (Frankenthal) sind schon Seite 45 angegeben worden. Für den Main ergab die gleichartige Untersuchung:

Bei 200 cm Mainz	(= 500 cm	Frknth.)	begann d. Einw. bei e. Zufluss v.	24 cbm		= 50 cm	Miltenbg.		
250 »	»	570 »	»	27	»	= 54	»	»	
300 »	»	650 »	»	29	»	= 58	»	»	
350 »	»	720 »	»	32	»	= 64	»	»	
400 »	»	860 »	»	35	»	= 69	»	»	
450 »	»	1010 »	»	37	»	= 72	»	»	

es entsprechen daher den nachstehenden Rheinhöhen (Frankenthal) als Grenzwerte die beigefügten mittleren Mainhöhen (Lohr):

150–200 cm Frth.	78 cm Lohr	500–550 cm Frth.	88 cm Lohr
200–250 » »	79 » »	550–600 » »	91 » »
250–300 » »	80 » »	600–650 » »	93 » »
300–350 » »	82 » »	650–700 » »	96 » »
350–400 » »	83 » »	700–750 » »	99 » »
400–450 » »	85 » »	750–800 » »	102 » »
450–500 » »	86 » »	800–850 » »	104 » »

Nach Abzug der genannten Grenzwerte erübrigen jene Resthöhen zu Diedesheim und Lohr, welche mit den schon festgestellten Rheinerhöhungen zu Mainz in ursächlichem Zusammenhang stehen. Die Verhältniszahlen zwischen den Erhöhungen und den zugehörigen Nebenflußhöhen, deren Herleitung aus der Zahlentafel 19 hervorgeht, wurden auch für Mainz, wie für Mannheim, gruppenweise und zwar in Höhenstufen, von 50 zu 50 cm zusammengefaßt und die berechneten Mittelwerte jeder Stufe mit Hilfe graphischen Verfahrens in eine stetige Zahlenfolge verwandelt. Die schließlich zur Berechnung der Rheinstände Mainz erhaltenen Verhältniszahlen sind

für den Neckar:

bei einem Neckarstande in Diedesheim von	bei einem Rheinstande in Maxau von 250-300	300-550	350-400	400-450	450-500	500-550	550-600	600-650	650-700	700-750	750-800
700-750	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24	0.23	0.22	0.20	0.17	0.13
650-700	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.20	0.18	0.14
600-650	0.32	0.50	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.21	0.18	0.14
550-600	0.33	0.31	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.22	0.19	0.14
500-550	0.54	0.32	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.20	0.15
450-500	0.35	0.33	0.31	0.30	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.20	0.15
400-450	0.56	0.34	0.32	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.23	0.20	0.15
350-400	0.38	0.35	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.21	0.16
300-350	0.41	0.38	0.36	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.16
250-300	0.45	0.42	0.40	0.38	0.34	0.31	0.30	0.27	0.25	0.22	0.17
200-250	0.50	0.48	0.45	0.42	0.38	0.34	0.32	0.30	0.27	0.23	0.17
150-200	0.53	0.51	0.48	0.44	0.40	0.37	0.34	0.32	0.29	0.24	0.19

und ähnlich für den Main:

bei einem Mainstande in Lohr von	bei einem Rheinstande in Frankenthal von 300-350	350-400	400-450	450-500	500-550	550-600	600-650	650-700	700-750	750-800	800-850
600-650	.	.	.	.	.	.	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19
550-600	.	.	.	.	.	0.25	0.22	0.22	0.20	0.19	0.19
500-550	.	.	.	.	.	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20
450-500	.	.	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20
400-450	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.25	0.22	0.21	0.21
350-400	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.21	0.21
300-350	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.22	0.22
250-300	0.30	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23
200-250	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24	0.23
150-200	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24	0.23

Wie leicht erklärlich, kommt die Zunahme des Rheinstandes weit stärker als die der gleichzeitigen Nebenflußhöhen in der Größe der Verhältniszahlen zur Geltung; indes veranlassen doch auch die Wechsel in den Neckarständen ansehnliche Unterschiede.

Die Rheinhöhe zu Mainz selbst ergibt sich nach dem Vorausgehenden nun aus der Summe des Anteils des Oberrheins, d. i. dem mit der Rheinhöhe Maxau gleichwertigen Rheinstande Mainz, ferner des Anteils des Neckars, d. i. dem Produkte aus der mit dem Rheinstande Maxau korrespondierenden wirksamen Neckarhöhe Diedesheim in die entsprechende Neckar-Verhältniszahl und

Digitized by Google

schließlich des Anteils des Mains als dem Produkte aus der mit dem Rheinstande Maxau korrespondierenden wirksamen Mainhöhe Lohr in die zugehörige Main-Verhältniszahl.

Das Verfahren zur Vorausberechnung der Rheinhöhe in Cöln geht von dem Rheinstande in Mainz aus unter Berücksichtigung der mit diesem zusammentreffenden Wasserstände der Nahe, der Lahn, der Mosel und der Sieg. Die ganze Rheinstrecke zwischen Mainz und Cöln wurde dementsprechend in drei Abschnitte zerlegt, von denen der oberste Mainz—Kaub die Zunahme der Rheinwelle zu Mainz durch die Nebenflüsse zwischen Mainz und Kaub, vertreten durch die Nahe, darstellt; der folgende Kaub—Andernach die entsprechende Vergrößerung der Rheinwelle durch alle Zuflüsse zwischen diesen beiden Stromorten, hauptsächlich aber durch die Lahn und Mosel zeigt, während der Abschnitt zwischen Andernach und Cöln die Erhöhung der Rheinwelle durch die hier mündenden Gewässer, namentlich durch die Sieg gibt.

Die Erhöhung des Rheinstandes durch die Nahe, wurde, der größeren Zuverlässigkeit in der Bestimmung wegen, zunächst für den naheliegenden Stromort Kaub ermittelt. Die aus früheren und neueren Beobachtungen abgeleiteten Verhältniszahlen zwischen jener Erhöhung und dem ursächlich damit in Verbindung stehenden wirksamen Nahestande ergaben einen nur wenig wechselnden, um einen Mittelwert von 0.29 schwankenden Betrag, der jedoch für sehr hohe Nahestände nicht mehr völlig zutrifft. Die Feststellung des Anteils der Nahe an dem Rheinstande in Cöln erfolgte sodann auf Grund der bekannten Höhenbeziehungen zwischen den gleichwertigen Rheinständen Mainz, Kaub und Cöln und der Dauer ihres zeitlichen Fortschreitens durch Übertragen der gefundenen Erhöhung auf Cöln in der nachstehenden Art:

Gemeldeter Rheinstand zu Mainz . . .		350 cm
Hierzu gleichwertiger Rheinstand zu	Kaub	453 »
	Cöln	441 »
Gemeldeter Nahestand zu Kreuznach		500 cm
Einflußgrenze der Nahe bei 350 cm zu Mainz . .		378 »
Demnach wirksame Nahehöhe zu Kreuznach . .		122 cm

Die Erhöhung des Rheins zu Kaub beträgt daher $122 \times 0.29 = 35$ cm, der erhöhte Rheinstand in Kaub demnach $453 + 35 = 488$ cm, der hierzu gleichwertige Rheinstand in Cöln 474 cm, die Erhöhung in Cöln durch die Nebenflüsse zwischen Mainz und Kaub somit $474 - 441 = 33$ cm.

Bei der Bestimmung der Anteile der Lahn und Mosel an den Rheinständen zu Cöln aus der Erhöhung der Wasserstände zwischen Kaub und Andernach, wurde davon ausgegangen, daß die beiden Gewässer an jener Erhöhung in einem Verhältnisse beteiligt sind, das durch frühere Untersuchungen über diesen Gegenstand wie folgt ermittelt worden ist:

	Verhältniszahl f. d. Lahn	Verhältniszahl f. d. Mosel		Verhältniszahl f. d. Lahn	Verhältniszahl f. d. Mosel
bei 100 cm Kaub	0.15	0.37	bei 450 cm Kaub	0.12	0.29
» 150 » »	0.14	0.36	» 500 » »	0.12	0.28
» 200 » »	0.14	0.34	» 550 » »	0.12	0.28
» 250 » »	0.13	0.33	» 600 » »	0.12	0.27
» 300 » »	0.13	0.31	» 650 » »	0.11	0.27
» 350 » »	0.12	0.30	» 700 » »	0.11	0.27
» 400 » »	0.12	0.29	» 750 » »	0.11	0.26

Die Änderung der Verhältniszahlen mit wechselnden Lahn- und Moselständen erwies sich nicht so belangreich, um weiter berücksichtigt werden zu müssen.

Die Verhältniszahlen könnten natürlich weit einfacher und zuverlässiger aus den korrespondierenden Abflußmengen des Rheins, der Lahn und der Mosel abgeleitet werden; doch sind die bis jetzt bekannten Abflußmengen, insbesondere bei dem Rhein zu Kaub und zu Andernach und bei der Lahn zu Wetzlar noch zu spärlich, um genauere Ergebnisse erwarten zu lassen.

Die aus den oben angegebenen Verhältniszahlen abgeleiteten Anteile der Lahn und der Mosel an dem Rheinstand zu Andernach wurden schließlich mittels der gleichwertigen Höhenverhältnisse auf Cöln übertragen und damit die Beziehung zwischen den gemeldeten Höhen zu Wetzlar und Trier und den ermittelten Teilerhöhungen des Rheinstandes zu Cöln hergestellt.

Das Verfahren bei der Bestimmung des Anteils der Sieg an der Rheinhöhe zu Cöln war jenem der Nahe entsprechend, doch insofern einfacher, als Cöln selbst Unterstromstation für die Sieg ist, also eine nachträgliche Übertragung der Erhöhung auf Cöln entbehrlich wurde. Als Verhältniszahl zwischen der Rheinerhöhung und der wirksamen Sieghöhe ist der schon früher abgeleitete mittlere Wert von 0.44 im allgemeinen beibehalten worden*).

Das an sich etwas umständliche Rechnungsverfahren, welches natürlich mit der Zahl der im Endergebnis zu berücksichtigenden Nebenflüsse immer zeitraubender sich gestaltet, ist hier bis auf unbedeutende Zwischenrechnungen eingeschränkt worden. Die in Mannheim, Mainz und Cöln zu erwartenden Rheinhöhen wurden nämlich für alle praktisch möglichen Höhenverhältnisse der Rhein- und Nebenfluß-Wasserstände im voraus berechnet und so zusammengestellt, daß aus den gemeldeten Höhen die zu erwartenden entweder unmittelbar oder auf Grund eines einfachen Schaltverfahrens gefunden werden können. Auszugsweise sind die genannten Zahlentafeln unter Nr. 21 bis 27 hier mitgeteilt.

Für das Meldesystem Mannheim waren drei Zahlentafeln aufzustellen: eine zur Entnahme der korrespondierenden Eintrittszeiten (Stundenzahlen), eine zweite zur Bestimmung der Neckarstände zu Diedesheim aus den Wasserständen des oberen Neckars, der Enz, des Kochers und der Jagst und eine dritte zur Ermittlung der schließlichen Höhen zu Mannheim aus den Rheinhöhen zu

*) Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet III. Heft.

Digitized by Google

Maxau und den aus der zweiten Tabelle entnommenen Neckarhöhen zu Diedesheim.

Die Einrichtung der Zeittabelle (Nr. 21) geht davon aus, daß die gemeldeten Rheinhöhen in Maxau auf die Stunden 09, 12, 15, 18, 21; 24, 03, 06 fallen; sie gibt die mit denselben korrespondierenden Stundenzahlen für Mannheim, Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim unter Berücksichtigung der mit wechselnden Wasserständen veränderlichen Fortpflanzungsdauer der Anschwellungen im Rhein und Neckar; nur für die Neckarstrecke Plochingen—Diedesheim wurde ein gleichbleibender Zeitunterschied von 12 Stunden, für die Enz-, Kocher- und Jagststrecke ein ebensolcher von 15 Stunden mangels genauerer Zeitbestimmungen zugrunde gelegt. Um zu jedem der 8 gemeldeten Wasserstände in Maxau sogleich die Eintrittszeit der damit am oberen Neckar und an den Nebenflüssen korrespondierenden Wasserstände entnehmen zu können, sind diese Eintrittszeiten für die verschiedenen Rhein- und Neckarhöhen in angemessenen Stufen berechnet und in einzelnen Feldern zusammengestellt worden. Die Unterscheidung nach Neckarständen (Diedesheim) konnte nur im allgemeinen erfolgen und zwar nach niedrigen Wasserständen, nach Neckarständen zwischen Niederwasser- und Uferhöhe, nach überflutenden Neckarständen, da die genaueren Neckarhöhen zu Diedesheim in Mannheim zu spät bekannt würden, um für die Vorausberechnung noch verwendet werden zu können.

Die Zahlentafel zur Entnahme der Neckarhöhen Diedesheim bei bekannten Wasserständen zu Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim (Nr. 22) besteht aus zwei Abteilungen: die eine gibt zu den nach Stufen von 10 cm fortschreitenden Höhenzahlen für Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim die zugehörigen, in Diedesheim zur Geltung kommenden Wassermengen der entsprechenden Gewässer, die andere zu bestimmten Abflußmengen Diedesheim den Neckarstand daselbst. Mit der Summenzahl der 4 aus der ersten Abteilung entnommenen Einzelmengen, kann aus der zweiten Abteilung der korrespondierende Neckarstand zu Diedesheim erhalten werden.

Die dritte Zahlentafel, welche zur Entnahme der schließlichen Rheinhöhen Mannheim aus den Rheinhöhen Maxau und den gefundenen Neckarständen Diedesheim dient, hat zwei Eingänge: Die Wasserstände zu Maxau zwischen 350 und 740 cm Höhe in Stufen von 10 zu 10 cm stehen in den beiderseitigen Vertikalspalten, die Neckarstände zu Diedesheim zwischen 250 und 650 cm am Kopfe der Tabelle. Im Kreuzungspunkte der durch bestimmte Höhen Maxau und Diedesheim bezeichneten Spalten und Reihen befindet sich der gesuchte Rheinstand Mannheim (Neckarmündung). Die inzwischenliegenden, nicht unmittelbar in die Tafel aufgenommenen Werte können durch einfaches Schaltverfahren gefunden werden.

Der Gebrauch der Tabellen geht aus dem nachstehenden, ausführlich wiedergegebenen Falle einer Vorausbestimmung der Rheinhöhe zu Mannheim bei vorliegenden telegraphischen Meldungen aus Maxau, Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim hervor:

I. Eingekommene Meldungen vom 6. Dezember 1900 früh 8 Uhr:

aus Maxau.	09286	12298	15313	18329
	21355	24379	03397	06419
» Plochingen:	09133	12168	15193	18283
	21338	24383	03383	06383
» Pforzheim:	09125	12129	15139	18148
(Altst. Brücke)	21155	24162	03168	06175
» Gaildorf:	09134	12180	15250	18316
	21372	24128	03456	06478
» Crailsheim:	09177	12184	15188	18193
	21258	24320	03345	06353

Die Neckarstände zu Diedesheim liegen zwischen 300 und 600 cm.

II. Die Vorausbestimmung soll für den zuletzt gemeldeten Rheinstand zu Maxau vom 6. 6 a mit 419 cm geschehen.

1. Feststellung der Eintrittszeiten der korrespondierenden Wasserstände nach der Zeittafel:

für Maxau	zw. 350 u. 500 cm	06 = 6.6 a Maxau entsprechen
		01 = 7.1 a in Mannheim
» Diedesheim	» 300 u. 600 cm	01 = 6.1 a in Plochingen
		22 = 5.10 p in Pforzheim, Gaildorf, Crailsheim

2. Den gefundenen Eintrittszeiten gehören nach den obigen Meldungen zu:

in Plochingen	6.1 a	383 rd. 380 cm	= 400 cbm
» Pforzheim	5.10 p	157 rd. 160 cm	= 80 »
» Gaildorf	5.10 p	391 » 390 »	= 360 »
» Crailsheim	5.10 p	278 » 280 »	= 230 »
		zusammen	1070 cbm

1070 cbm entsprechen 555 cm zu Diedesheim.

3. Der Rheinstand zu Mannheim aus 419 cm Maxau und 555 cm Diedesheim findet sich aus der 3. Zahlentafel zu 554 cm; er tritt (wie unter 1. schon bestimmt wurde) am 7. 1 a in Mannheim ein.

Für das Meldesystem Mainz wurde eine Tabelle der Stundenzahlen und eine solche der Höhenzahlen aufgestellt. Aus der erstgenannten sind die zu den Eintrittszeiten (Stundenzahlen) 09, 12, 15, 18, 21, 24, 03, 06 in Maxau korrespondierenden Stundenzahlen zu Mainz, Diedesheim und Lohr zu entnehmen.

Die Einrichtung der Stundentafel ist ähnlich jener für Mannheim, doch konnten hier die Abstufungen der Neckarhöhen (Diedesheim) genauer abgegrenzt werden, da diese Wasserstände nach Mainz gemeldet werden. Um zugleich berücksichtigen zu können, daß die Stundenzahlen für Lohr von den Höhen des Mains abhängen, wurden die Mainhöhen Lohr in drei Abstufungen eingeführt.

Die Höhentafel für Mainz besteht aus zwei Teilen: im ersten bilden den seitlichen Eingang die Rheinstände Maxau zwischen 350 und 750 cm in Stufen von 10 zu 10 cm, den Kopf der Tabellen dagegen die Neckarhöhen Diedesheim von 250 bis 650 cm in ebensolchen Stufen.

Digitized by Google

Am Schnittpunkte der, bestimmten Rhein- und Neckarständen entsprechenden Reihen und Spalten ist der Oberrhein- und Neckaranteil an dem Rheinstande in Mainz zu entnehmen. Die dem ersten Teile der Tabelle entweder unmittelbar entnommene oder in bekannter Art eingeschaltete Höhe bildet sodann den seitlichen Eingangswert für die zweite Abteilung der Höhentafel, während im Kopfe dieser die Mainstände zu Lohr zwischen 250 und 650 cm verzeichnet sind. Aus der zweiten Abteilung folgt dementsprechend der Anteil des Mains an der Rheinhöhe zu Mainz. Die Summe der aus den beiden Abteilungen erhaltenen Höhen liefert daher den Rheinstand zu Mainz. Wie für Mannheim, so folgt auch hier eine nach vorliegenden telegraphischen Meldungen aus Maxau, Diedesheim und Lohr durchgeführte Vorausbestimmung der zugehörigen Rheinhöhe Mainz, um hieran die Benützungsweise der Zahlentafeln zu zeigen.

I. Eingekommene Meldungen vom 6. Februar 1897, früh 8 Uhr:

aus Maxau:	09 628	12 637	15 644	18 650
	21 659	24 666	03 672	06 679
aus Diedesheim:	09 409	12 397	15 389	18 379
	21 367	24 355	03 344	06 336
aus Lohr:	09 353	12 363	15 377	18 393
	21 408	24 430	03 441	06 452

II. Vorausbestimmung des Rheinstandes zu Mainz: Nach den vorliegenden Meldungen bewegt sich der Rheinstand zu Maxau zwischen 630 und 680 cm, der Neckarstand zu Diedesheim zwischen 400 und 300 cm; zusammengehörige Stundenzahlen sind demnach auf Grund der Zeittafel für die Eintrittszeiten 09, 12, 15 und 18 in Maxau zu finden; 18 bietet den größten Vorsprung für die Vorausbestimmung.

Die Rheinhöhe in der 18. Stunde (= 5. Februar 6 p) beträgt in Maxau 650 cm; ihr entsprechen 06 (= 6. Febr. 6 a) in Diedesheim mit 336 cm und — weil die Mainhöhen zu Lohr zwischen 350 und 450 cm liegen — 05 (= 6. Febr. 5 a) in Lohr mit 448 cm (eingeschaltet).

Aus der Höhentafel findet sich demnach:

für 650 cm Maxau und 336 cm Diedesheim	340 cm Mainz	
» 340 » Mainz und 448 » Lohr	79 »	»
Daher zusammen	419 cm Mainz	

und zwar 41 Stunden später als Maxau, also am 7. Febr. 11 Uhr vormittags.

Für das Meldesystem Cöln wurde ebenfalls eine Stundentafel und eine Höhentafel ausgearbeitet, deren äußere Einrichtung im allgemeinen der Tabelle für Mainz entspricht, mit jenen Abänderungen, welche die größere Zahl der Meldestellen hier erforderlich machten. Ausgehend von den Stundenzahlen 09, 12, 15, 18, 21, 24, 03, 06 zu Mainz, sind die damit korrespondierenden Stundenzahlen zu Cöln, Kreuznach, Wetzlar, Trier und Buisdorf und zwar für verschiedene Rheinhöhen Mainz — in den aufeinanderfolgenden Spalten und überdies für wechselnde Moselstände Trier — in den wagrechten Abteilungen verzeichnet.

Die Höhentafel gibt in ihrer ersten Abteilung zunächst die auf Grund der Rheinhöhen Mainz (zwischen 200 und 590 cm) als vorderen Eingang und der Moselhöhen Trier (zwischen 210 und 680 cm) als oberen Eingang — in Stufenwerten von je 10 cm unterschieden — den Anteil des Rheins bei Mainz und der Mosel an der Rheinhöhe zu Cöln; in ihrer zweiten, dritten und vierten Abteilung die Anteile von Nahe, Lahn und Sieg an jener Höhe; bei diesen letzteren bezieht sich der vordere Tabelleneingang wieder auf die Rheinhöhen zu Mainz, die indeß nur in Stufen von 30 zu 30 cm erscheinen, während die Einteilung des oberen Einganges der Tabelle die drei Nebenflußhöhen betrifft, für diese gemeinschaftlich ist und wie bei der Mosel in Stufenwerten von 10 zu 10 cm fortschreitet. Durch Zusammenzählen des aus der ersten Abteilung gefundenen Rhein-Mosel-Anteils und der entsprechenden übrigen Anteile findet sich unmittelbar der Rheinstand in Cöln.

Die Art der Vorausbestimmung kann aus dem nachstehenden Einzelfalle, welcher dem seither gesammelten Beobachtungsmaterial entnommen ist, ersehen werden.

I. Eingekommene Meldungen vom 12. März 1896, früh 8 Uhr:

aus Mainz:	09 393	12 398	15 404	18 409
	21 415	24 421	03 424	06 427
aus Trier:	09 547	12 550	15 548	18 540
	21 536	24 530	03 527	06 523

aus Kreuznach: Nahestand am 10. März 436 cm, am 11. 412 cm

aus Wetzlar:	09 384	12 378	15 370	18 362
	21 358	24 358	03 000	06 000

aus Buisdorf: Siegstand am 11. März 8 a 242 cm, 12 a 235 cm
4 p 230 cm, 8 p 228 cm

II. Vorausbestimmung des Rheinstandes zu Cöln:

Der Rheinstand zu Mainz liegt zwischen 400 und 450 cm, der Moselstand zu Trier zwischen 500 und 550 cm; zusammengehörige Wasserstände sind demnach — von Buisdorf abgesehen — nur für die Stundenzahlen 24, 03 und 06 Mainz zu finden; 06 bietet den größten zeitlichen Vorsprung für die Vorausbestimmung.

06 = 12. März 6 a in Mainz entspricht:
- 22 = 11. März 10 p in Trier
- 05 = 12. » 5 a in Kreuznach
- 17 = 11. » 5 p in Wetzlar
- 01 = 13. » 1 a in Buisdorf

Der Rheinstand zu Cöln tritt 30 Stunden nach dem zugehörigen Stande in Mainz ein, demnach am 13. März 6 Uhr vormittags.

Die den ermittelten zusammengehörigen Stundenzahlen entsprechenden Wasserstände sind nach den eingekommenen Meldungen:

12.	März	6 a	in	Mainz	427 cm
11.	»	10 p	»	Trier	534 »
12.	»	5 a	»	Kreuznach rd.	390 »
11.	»	5 p	»	Wetzlar	364 »
13.	»	1 a	»	Buisdorf rd.	200 »

Digitized by Google

Daher folgt aus den vier Abteilungen der Höhentafel:

Rhein-Mosel-Anteil	bei 427 cm	Mainz	und 534 cm	Trier	698 cm
Nahe-Anteil	» 427 »	»	» 390 »	Kreuznach	0 »
Lahn-Anteil	» 427 »	»	» 364 »	Wetzlar	29
Sieg-Anteil	427 »	»	» 200 »	Buisdorf	11
			Der voraussichtliche Rheinstand in Cöln:		738 cm

am 13. März 6 Uhr vormittags.

Fehlerquellen und allmähliche Verbesserung der Ergebnisse. Die Wasserstandsbeobachtungen und die daraus abgeleiteten Höhen- und Zeitdiagramme als fehlerfrei vorausgesetzt, ergeben sich für das Verfahren der Wasserstandsvorausbestimmung gleichwohl verschiedene Fehlerquellen, die sich aus praktischen Gründen nicht beseitigen lassen. Bekanntlich münden — außer den größeren Gewässern, deren Beobachtungen der Vorausberechnung zugrunde gelegt sind — eine bedeutende Zahl kleinerer Flüßchen und Bäche in den Rhein, die insgesamt ein Einzugsgebiet von stattlicher Größe entwässern und, da Nachrichten über ihre Wasserstandsbewegung bis jetzt fehlen, in den Zahlenwerten bei der Vorausberechnung nur in dem Umfange berücksichtigt werden konnten, als sie ihre gewöhnliche Wasserführung nicht erheblich überschreiten. Da indes jene kleinen Gewässer doch gelegentlich eine größere — selten wohl auch eine kleinere — Wasserführung, als die durchschnittliche zeigen, so kommt hierdurch eine Unsicherheit in die Vorausbestimmung, die umso bedeutender ausfällt, je größer und regenreicher die Einzugsgebiete jener nicht unmittelbar benannten Gewässer sind. Eine weitere Fehlerquelle liegt in der für die Wasserstandsbeobachtungen gewählten Zeiteinheit. Bei lebhaften Gewässern, auch bei dem Oberrhein und Neckar, sind Höhenänderungen bis zu 20 cm innerhalb einer Stunde beobachtet und die nur nach ganzen Stunden fortschreitende Berechnung der Fortpflanzungsdauer kann hierwegen zu größeren Differenzen in der Höhenbestimmung der zusammengehörigen Wasserstände führen, welche ebenfalls das Ergebnis der Vorausberechnung fehlerhaft beeinflussen können. Eine andere und nicht die unwichtigste Fehlerursache ist in dem Umstande zu suchen, daß der Einfluß der verschiedenen Jahreszeiten und der damit verknüpften wechselnden Zustände der Luft und des Bodens in dem Höhenverhältnisse der Wasserstände nicht genauer berücksichtigt ist. Die Tabellen können zu große Werte liefern, wenn der Hochwassererscheinung, wie dies nicht selten vorkommt, eine länger dauernde Periode verhältnismäßig trockener Witterung vorangeht; zu kleine Werte, wenn der Boden stark durchtränkt oder gefroren ist. Soweit die kleinen, nicht besonders benannten Gewässer dabei in Frage kommen, ist schon auf diese ungewöhnlichen Verhältnisse hingewiesen.

Während die erste Fehlerquelle wohl kaum jemals zu beseitigen sein wird, ist anzunehmen, daß mit der künftigen genaueren Feststellung der Zulaufzeiten auf Grund umfangreicherer Registieraufzeichnungen, als sie bis jetzt vorliegen, die derzeit noch bestehende Unsicherheit in der Bestimmung zusammengehöriger Wasserstände im Rhein und in den Nebenflüssen mehr und mehr eingeschränkt werden kann. Ferner steht zu erwarten, daß sich mit der Vermehrung des Tatsachenmaterials der Einfluß der Verdunstung und Versickerung auf die Wasserstandsverhältnisse sicherer als bisher bestimmen lassen wird, so daß an den für die gewöhnlichen Abflußbedingungen berechneten Tabellenwerten eine Verbesserung wegen sehr trockenem oder sehr feuchtem Zustande des Bodens angebracht werden kann. Die ziffermäßige Feststellung der letztgenannten Einflüsse erfordert ein äußerst umfangreiches Tatsachenmaterial, welches aus den verfügbaren, immer erst verhältnismäßig kurzen Reihen noch nicht entnommen werden kann.

Störungen im regelmäßigen Abflusse, wie sie durch Eisstopfungen oder infolge von Deichbrüchen eintreten können, lassen sich naturgemäß nicht voraussehen; sie kommen bei der Vorausberechnung daher nicht in Frage. Es wäre zwar keineswegs schwierig, die durch Deichbruch an einer bestimmten Stelle bei einem bestimmten Rheinstande zu erwartende Entlastung des Stromes im voraus festzustellen, allein eine rechtzeitige Berücksichtigung der außergewöhnlichen Wasserstandsänderung bei der Vorausberechnung wird wohl nur selten möglich werden.

Schon bei der Besprechung der Einteilung der Meldesysteme wurde hervorgehoben, daß die besonderen Verhältnisse am Rhein eine mehrere Tage vorgreifende und gleichzeitig sichere Wasserstands-Vorausbestimmung nicht gestatten. Nun ist für Cöln wohl die Möglichkeit gegeben, durch Benützung der vorausberechneten Rheinstände Mainz, also durch Anschluß an das Nachbarsystem, hinsichtlich der Rheinwelle einen weiteren zeitlichen Vorsprung von 36 bis 48 Stunden zu gewinnen, ferner durch Einbeziehung von Jouy-aux-Arches und Saargemünd in den Meldedienst auch den voraussichtlichen Wasserstand der Mosel zu Trier bis zu 36 Stunden vor Eintritt wenigstens näherungsweise zu erhalten.*) Dadurch wäre für Cöln zunächst eine vorläufige Wasserstandsvorausmeldung, wenn auch ohne genauere Berücksichtigung der Nahe, Lahn und Sieg mit etwa 3tägigem Zeitvorsprunge durchführbar, der dann am nächsten oder übernächsten Tage die endgültige Vorausbestimmung der inzwischen tatsächlich beobachteten Wasserstände zu Mainz und Trier folgen könnte.

Für Mainz bietet der Zusammenschluß mit dem Meldesystem Mannheim im Hinblick auf den Rhein keinen Vorsprung, da das Meldesystem Mainz ohnehin schon an Maxau als obere Rheinstation anknüpft; ein weiterer zeitlicher Vorsprung aus der Verbindung beider Systeme würde sich nur bei dem Neckar ergeben. Immerhin wäre auch für Mainz die um etwa 12 Stunden frühzeitigere Kenntnis der Neckarstände zu Diedesheim nicht ohne Belang. Die gleichzeitige entsprechende Aus-

*) Die Grundlagen für die Vorausberechnung der Moselstände zu Trier auf Grund der Wasserstände von Jouy und Saargemünd finden sich in dem VII. Heft der gegenwärtigen Veröffentlichungen.

Digitized by Google

dehnung des Meldesystems mainaufwärts bis Würzburg oder Viereth Schwierigkeiten kaum begegnen.

Innerhalb des Meldesystems Mannheim erscheint der Versuch, einen wesentlich größeren zeitlichen Vorsprung der Wasserstands-Vorausbestimmung als 24 Stunden vor dem tatsächlichen Eintreffen der Wasserwelle auf Grund von Wasserstandsmeldungen zu erzielen, bei der verhältnismäßig geringen Längenausdehnung des Neckarlaufes aussichtslos. Hier könnte nur eine vorläufige Ermittlung des zu erwartenden Wasserstandes aus den gefallenen Regenmengen im Neckargebiete den zeitlichen Vorsprung um einen und selbst zwei Tage vergrößern. Bei der immerhin namhaften Zahl von Regenstationen, welche zur Bestimmung der Regenverteilung im Neckargebiete erforderlich wäre, würde die Einrichtung eines zweckentsprechenden Benachrichtigungssystems bei den gegenwärtigen Verkehrsmitteln zwar nicht allzu schwierig sein, aber namhafte Kosten verursachen. Nachdem schon bei gelegentlichen Untersuchungen für das Main- und Moselgebiet sich herausgestellt hat, daß zwischen den Regen- und Abflußhöhen im Verlaufe von Anschwellungen Beziehungen am sichersten dann stattfinden, wenn beide Höhen ihr Maximum erreichen, so wurden ähnliche Ermittlungen auch für das Neckargebiet oberhalb Heidelberg auf Grund der Beobachtungen von etwa 40 Stationen bei zahlreichen Anschwellungen der zwei letzten Jahrzehnte durchgeführt; sie haben ergeben daß

eine mittlere Regenhöhe von	bei trockenem Boden		bei nassem oder gefrorenem Boden	
	eine Anschwellungshöhe in Heidelberg von:			
10 mm	90 cm	als untere Grenze	180 cm	als obere Grenze
20 »	120 »		280 »	
30 »	150 »		370 »	
40 »	190 »		450 »	

veranlaßt. Die obere Grenze wird meist im Januar und Februar erreicht, die untere im Juli und August; die Anschwellungen in der kälteren Jahreszeit gehen indes nur ausnahmsweise bis an die untere Grenze, die der warmen bisher in keinem Falle bis an die obere Grenze.

Digitized by Google

Zahlentafeln.

1. Abfluß von den Schneefeldern und Firnflächen des schweizerischen Hochgebirges im Durchschnitte der Jahre 1891—1900.
2. Wasserzurückhaltung durch die größeren Schweizer Seen des Rheingebietes.
3. Wasserzurückhaltung durch die größeren Schweizer Seen während der bedeutenderen Hochwasser des Oberrheins.
4. Beteiligung des Schweizer Rheins und der Aare an den bedeutenderen Oberrhein-Anschwellungen.
5. Abflußmengen des Rheins und seiner größeren Nebenflüsse bei bestimmten Wasserständen.
6. Jahreszeitlicher Wechsel in der Wasserführung des Rheins im Durchschnitte der Jahre 1891—1900.
7. Beteiligung der größeren Gewässer des Rheingebietes an der Wasserführung des Stromes im Durchschnitte der Jahresreihe 1891—1900.
8. Verhältnis der Abflußmengen zu Waldshut und Maxau in längerdauernden Beharrungszuständen.
9. Allgemeine Beharrungszustände im Abflußvorgange des Rheins zwischen Waldshut und Emmerich.
10. Fünfjährige Niederschlags- und Wasserstands-Mittelwerte zur Feststellung der Änderungen in der Höhenlage der Stromsohle des Rheins.
11. Hebungen und Senkungen in der Stromsohle des Rheins.
12. Die mittleren Wasserstände des Rheins aus 1851—1900, bezogen auf die Abflußverhältnisse von 1886—1890.
13. Die größeren Anschwellungen des Rheins im XIX. Jahrhundert.
14. Höhen und Zeitfolge gleichwertiger Rheinstände.
15. Häufigkeit und Dauer der größeren Anschwellungen des Oberrheins, nach den Beobachtungen zu Basel von 1808—1907.
16. Die niedrigsten und höchsten Rheinstände seit der Einrichtung regelmäßiger Beobachtungen.
17. Wasserstände und Abflußmengen zu Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim sowie zugehörige Abflußmengen und Neckarhöhen zu Diedesheim.
18. Verhältniszahlen zwischen der Erhöhung der Rheinstände an der Neckarmündung durch den Neckar und den zugehörigen Wasserständen zu Diedesheim.
19. Verhältniszahlen zwischen der Erhöhung der Rheinstände an der Mainmündung durch Neckar und Main und den zugehörigen Nebenflußständen.
20. Verhältniszahlen zwischen der Erhöhung der Rheinstände an der Moselmündung durch Lahn und Mosel und den zugehörigen Nebenflußständen.
21. Stundenzahlen des Eintritts zusammengehöriger Wasserstände zu Maxau, Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim.
22. Neckarhöhen zu Diedesheim aus zusammengehörigen Wasserständen zu Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim.
23. Rheinhöhen zu Mannheim (Neckarmündung) aus zusammengehörigen Wasserständen zu Maxau und Diedesheim.
24. Stundenzahlen des Eintritts zusammengehöriger Wasserstände zu Maxau, Diedesheim und Lohr.
25. Rheinhöhen zu Mainz aus zusammengehörigen Wasserständen zu Maxau, Diedesheim und Lohr.
26. Stundenzahlen des Eintritts zusammengehöriger Wasserstände zu Mainz, Kreuznach, Wetzlar, Trier und Buisdorf.
27. Rheinhöhen zu Cöln aus zusammengehörigen Wasserständen zu Mainz, Kreuznach, Wetzlar, Trier und Buisdorf.

Digitized by Google

1. Abfluß von den Schneefeldern und Firnflächen des schweizerischen Hochgebirges im Durchschnitte der Jahre 1891—1900.

(Mittelwerte in Kubikmeter in der Sekunde.)

Zeitraum		Schweizer Rhein			Aare mit Reuß und Limmat								Rhein	
		oberhalb des Bodensees		unterhalb des Bodensees	Aare			Reuß		Limmat		Aare Reuß u. Limmat	bei Waldshut	
Mon.	Tage	Reich.	Tardisb.	Stein a. R.	Brienz	oberhalb des Bieler Sees	unterh. des Bieler Sees	oberh. d. Vierwaldst. Sees	unterh. d. Vierwaldst. Sees	oberh. d. Walen-Zür. Sees	unterh. d. Walen-Zür. Sees		Schmelz-wasser-abfluß	In % des Gesamtabfl.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I.	1.—5.	4.4	7.7	8.0	0.3	0.9	0.9	0.6	0.8	1.3	2.2	3.9	11.9	2.2
	6.—10.	3.7	6.4	7.2	0.3	0.7	0.8	0.6	0.7	1.1	1.9	3.4	10.6	2.2
	11.—15.	3.3	5.7	6.7	0.3	0.7	0.7	0.6	0.6	1.0	1.7	3.0	9.7	2.1
	16.—20.	2.7	4.7	6.3	0.3	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	1.5	2.8	9.1	1.8
	21.—25.	1.8	3.1	5.7	0.3	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	1.3	2.6	8.3	1.6
	26.—31.	1.2	2.1	4.4	0.3	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4	1.2	2.5	6.9	1.5
				38.3									56.5	1.9
II.	1.—5.	0.7	1.2	3.4	0.3	0.7	0.7	0.6	0.6	0.2	1.0	2.3	5.7	1.1
	6.—10.	0.7	1.2	2.3	0.3	0.7	0.7	0.6	0.6	0.2	0.8	2.1	4.4	0.8
	11.—15.	0.7	1.2	1.5	0.4	0.9	0.8	0.8	0.6	0.2	0.7	2.1	3.6	0.6
	16.—20.	0.3	0.5	1.2	0.4	0.9	0.9	0.8	0.7	0.1	0.6	2.2	3.4	0.6
	21.—25.	0.0	0.0	0.9	0.4	0.9	0.9	0.8	0.8	0.0	0.5	2.2	3.1	0.6
	26.—29.	0.1	0.2	0.7	0.5	1.2	1.1	1.0	0.9	0.0	0.4	2.4	3.1	0.6
				10.0									23.3	0.7
III.	1.—5.	0.4	0.7	0.5	0.5	1.2	1.2	1.0	0.9	0.1	0.3	2.4	2.9	0.5
	6.—10.	0.7	1.2	0.5	0.5	1.2	1.2	1.0	1.0	0.2	0.2	2.4	2.9	0.5
	11.—15.	1.3	2.2	0.7	0.6	1.4	1.3	1.2	1.0	0.4	0.2	2.5	3.2	0.5
	16.—20.	1.9	3.3	1.4	1.1	2.6	2.2	2.3	1.4	0.6	0.2	3.8	5.2	0.8
	21.—25.	4.0	6.9	2.6	1.9	4.4	3.9	3.9	2.3	1.2	0.3	6.5	9.1	1.3
	26.—31.	6.6	11.5	4.7	2.5	5.8	5.4	5.1	3.7	2.0	0.4	9.5	14.2	1.9
				10.4									37.5	0.9
IV.	1.—5.	9.4	16.4	7.8	2.5	5.8	5.8	5.1	4.7	2.8	0.6	11.1	18.9	2.5
	6.—10.	16.1	28.1	12.8	3.0	7.0	6.6	6.2	5.4	4.8	1.0	13.0	25.8	3.1
	11.—15.	17.8	31.1	18.7	3.6	8.4	8.0	7.4	6.1	5.3	1.5	15.6	34.3	3.9
	16.—20.	15.8	27.6	23.6	4.2	9.8	9.4	8.6	7.3	4.7	2.0	18.7	42.3	4.9
	21.—25.	24.7	43.2	29.2	7.8	18.2	15.7	16.1	10.1	7.4	2.6	28.4	57.6	6.3
	26.—30.	36.2	63.3	37.3	12.8	29.8	26.4	26.3	16.1	10.9	3.5	46.0	83.3	8.8
				129.4									262.2	4.9
V.	1.—5.	47.7	83.4	48.1	15.0	31.5	31.0	22.5	21.9	14.3	4.6	57.5	105.6	9.9
	6.—10.	49.3	86.2	61.3	14.0	29.4	30.0	21.0	23.4	14.8	6.0	59.4	120.7	11.5
	11.—15.	58.5	102.3	76.0	19.7	41.4	37.8	29.6	23.6	17.6	7.5	68.9	144.9	13.9
	16.—20.	66.7	116.7	90.3	20.1	42.2	42.0	30.2	26.9	20.0	9.2	78.1	168.4	15.6
	21.—25.	84.1	147.1	105.5	27.0	56.7	52.4	40.5	32.6	25.2	11.2	96.2	201.7	17.4
	26.—31.	101.5	178.5	125.1	30.5	64.1	61.9	45.7	38.4	30.5	13.7	114.0	239.1	19.5
				506.3									980.4	14.6
VI.	1.—5.	149.2	260.8	157.3	46.0	84.2	78.2	41.1	42.8	44.8	17.0	138.0	295.3	24.6
	6.—10.	169.1	295.7	198.6	55.9	102.3	96.9	50.4	40.8	50.7	21.2	158.9	357.5	27.7
	11.—15.	163.3	285.2	236.9	52.5	96.1	98.0	47.2	46.5	49.0	25.6	170.1	407.0	29.7
	16.—20.	139.5	244.0	261.3	48.6	88.9	91.1	43.7	47.4	41.8	29.3	167.8	429.1	30.9
	21.—25.	150.4	263.0	272.0	55.1	100.8	97.2	49.6	46.3	45.1	32.5	176.0	448.0	32.9
	26.—30.	162.5	284.5	271.9	63.4	116.0	111.4	57.1	49.5	48.8	35.6	196.5	468.4	35.0
				1398.0									2405.3	30.1

(1)

Digitized by Google

Zeitraum		Schweizer Rhein			Aare mit Reuß und Limmat								Rhein	
		oberhalb des Bodensees		unterhalb	Aare			Reuß		Limmat		Aare Reuß u. Limmat	bei Waldshut	
Mon.	Tage	Reich.	Tardisb.	Stein a/R	Brienz	oberh. des Bieler Sees	unterh. des Bieler Sees	oberh. d. Vierwaldst. Sees	unterh. d. Vierwaldst. Sees	oberh. d. Walen-Zür. Sees	unterh. d. Walen-Zür. Sees		Schmelzwasserabfluß	In % des Gesamtabfl.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VII.	1.—5.	171.1	299.2	272.0	72.1	131.9	127.1	64.9	56.6	51.3	38.9	222.6	494.6	38.1
	6.—10.	132.4	231.7	269.7	64.2	117.5	121.8	57.8	60.5	39.7	41.5	223.8	493.5	36.9
	11.—15.	127.6	223.2	263.9	68.2	124.8	122.6	61.4	61.1	38.3	43.1	226.8	490.7	39.3
	16.—20.	121.7	212.4	250.8	67.1	122.8	123.4	60.4	60.0	36.5	44.1	227.5	478.3	38.6
	21.—25.	115.2	201.4	230.6	67.4	123.3	123.2	60.7	60.8	34.6	44.0	228.0	458.6	36.4
	26.—31.	104.9	183.6	211.2	64.7	118.4	119.9	58.2	60.0	31.5	42.6	222.5	433.7	35.3
				1498.2									2849.4	37.2
VIII.	1.—5.	90.6	158.5	196.9	54.0	98.8	104.7	48.6	56.6	27.2	40.5	201.8	398.7	32.2
	6.—10.	88.0	154.0	181.8	51.4	94.1	95.5	46.3	51.2	26.4	38.0	184.7	366.5	30.1
	11.—15.	85.4	149.4	168.1	47.8	87.5	89.5	43.0	46.2	25.6	36.9	172.6	340.7	28.9
	16.—20.	80.5	140.9	156.3	52.4	95.9	93.4	47.2	45.2	24.2	34.8	173.4	329.7	28.8
	21.—25.	74.2	129.8	147.0	48.3	88.4	90.7	43.5	44.9	22.3	32.2	167.8	314.8	27.7
	26.—31.	65.6	114.8	138.5	40.0	73.2	77.8	36.0	42.9	19.7	29.6	150.3	288.8	27.6
				988.6									2039.2	30.1
IX.	1.—5.	60.6	106.0	128.5	38.3	80.4	78.2	57.4	43.8	18.2	27.6	149.6	278.1	27.5
	6.—10.	55.0	96.2	117.2	32.6	68.5	72.1	48.9	48.1	16.5	25.5	145.7	262.9	24.4
	11.—15.	51.4	89.9	107.0	27.9	58.6	61.6	41.8	49.9	15.4	23.7	135.2	242.2	23.5
	16.—20.	49.8	87.2	98.5	26.4	55.4	56.4	39.6	43.6	14.9	21.9	121.9	220.4	22.7
	21.—25.	43.8	76.7	91.4	22.9	48.1	50.3	34.3	39.0	13.1	20.3	109.6	201.0	22.1
	26.—30.	39.8	69.7	83.9	18.5	38.9	41.7	27.7	34.4	11.9	18.9	95.0	178.9	19.9
				626.5									1383.5	23.4
X.	1.—5.	33.2	58.1	77.5	13.3	31.0	33.4	27.3	29.8	10.0	17.4	80.6	158.1	18.5
	6.—10.	28.6	50.1	68.6	10.7	24.9	26.7	22.0	26.1	8.6	15.8	68.6	137.2	16.9
	11.—15.	24.4	42.7	59.8	8.2	19.1	20.8	16.9	22.5	7.3	14.3	57.6	117.4	15.2
	16.—20.	21.0	36.8	51.2	5.8	13.5	15.2	11.9	17.4	6.3	12.9	45.5	96.7	12.9
	21.—25.	19.3	33.8	44.0	4.5	10.5	11.4	9.3	12.9	5.8	11.6	35.9	79.9	10.4
	26.—31.	18.3	32.0	38.5	3.5	8.2	8.9	7.2	9.6	5.5	10.4	28.9	67.4	8.9
				339.6									656.7	13.8
XI.	1.—5.	16.7	29.2	34.6	2.9	6.8	7.2	6.0	7.6	5.0	9.4	24.2	58.8	8.6
	6.—10.	15.1	26.4	31.4	2.4	6.0	6.2	4.9	6.1	4.5	8.4	20.7	52.1	8.4
	11.—15.	13.6	23.8	29.0	1.9	4.4	4.9	3.9	5.0	4.1	7.4	17.3	46.3	7.4
	16.—20.	11.8	20.7	26.4	1.5	3.5	3.8	3.1	4.0	3.5	6.5	14.3	40.7	6.7
	21.—25.	10.4	18.2	23.6	1.1	2.6	2.9	2.3	3.2	3.1	5.7	11.8	35.4	6.4
	26.—30.	9.0	15.8	21.0	0.9	2.1	2.3	1.8	2.4	2.7	5.1	9.8	30.8	6.1
				166.0									264.1	7.3
XII.	1.—5.	7.6	13.3	18.4	0.7	1.6	1.8	1.4	1.9	2.3	4.5	8.2	26.6	5.5
	6.—10.	7.1	12.4	15.9	0.6	1.4	1.5	1.2	1.5	2.1	4.1	7.1	23.0	4.1
	11.—15.	6.1	10.7	13.9	0.6	1.4	1.4	1.2	1.3	1.8	3.7	6.4	20.3	3.8
	16.—20.	5.0	8.8	12.2	0.6	1.4	1.4	1.0	1.2	1.5	3.3	5.9	18.1	3.4
	21.—25.	4.1	7.2	10.5	0.6	1.0	1.1	0.9	1.0	1.2	2.9	5.0	15.5	3.4
	26.—31.	3.5	6.1	9.0	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	2.5	4.3	13.3	2.9
				79.9									116.8	3.9

Digitized by Google

2. Wasserzurückhaltung durch die größeren Schweizer Seen des Rheingebietes.

See	Seefläche bei mittlerem Wasserstande	Wasser-ansammlg. für jeden cm Steigen	Mittlere Wasserzurückhaltung (Mittel aus 1881—1900)				Durchschnittl. Gesamtdauer der		Größte Ansammlung	
			Mittlerer niedrigst. Stand	Mittlerer höchster Stand	Mittlere Hebung	Zurückgehaltene Menge	Ansammlg.	Abgabe d. Wassers	Größter Höhen-unterschied	Größte Menge
	qkm	Mill. cbm.	cm	cm	cm	Mill. cbm	Tage	Tage		Mill. cbm.
Bodensee (Ober- und Untersee)	540.0	5.40	258 zu Konstanz	458	200	1080.0	138	227	397	2165
Walensee	23.3	0.23	449 zu Wesen	185	264	60.7	121	244	399	92
Zürichsee	87.8	0.88	237 zu Zürich	127	110	96.8	134	231	282	248
Zugersee	38.5	0.39	50 zu Zug	112	65	25.4	125	240	140	55
Vierwaldstätter See .	113.4	1.13	692 zu Seeburg	793	101	114.1	159	206	171	193
Brienzer See	30.0	0.30	65 zu Ringgenberg	217	152	45.6	151	214	367	110
Thuner See	47.9	0.48	23 zu Dätligen	131	108	51.8	159	206	188	90
Neuenburger See . .	218.2	2.18	175 zu Neuenburg	326	151	329.2	135	230	278	606
Bieler See	39.4	0.39	133 zu Vingelz	327	194	75.7	138	227	339	132
Murten-See	22.9	0.23	187 zu Murten	364	177	40.7	111	254	334	77

3. Wasserzurückhaltung durch die größeren Schweizer Seen während der bedeutenderen Hochwasser des Oberrheins.

Gewässer und Seefläche (in qkm)	Beobachtungstag und Größe der in den Seebecken zurückgehaltenen Wassermassen, die bei freiem Abflusse unter Berücksichtigung der Zulaufszeiten mit dem Höchststande des Rheinhochwassers in Basel zusammengetroffen wären:																			
	1817 VII.		1824 XI.		1852 IX.		1876 VI.		1880 X.		1881 IX.		1882 XII.		1888 X.		1890 VIII.		1897 IX.	
	Tag	Mill. cbm	Tag	Mill. cbm	Tag	Mill. cbm	Tag	Mill. cbm	Tag	Mill. cbm	Tag	Mill. cbm	Tag	Mill. cbm	Tag	Mill. cbm	Tag	Mill. cbm	Tag	Mill. cbm
Bodensee*) (Ober- u. Untersee) 555.0 . .	5.	50.0	.	.	17.	183.1	12.	183.1	27.	94.4	2.	111.0	27.	133.2	2.	5.3	31.	84.8	7.	74.2
Walensee 23.3 . . .	.	.	.	.	.	.	12.	4.8	27.	4.8	2.	3.7	27.	13.8	2.	3.5	31.	2.5	7.	2.5
Zürichsee*) 87.8 . .	6.	17.6	.	.	18.	.	13.	26.3	28.	12.3	3.	21.1	28.	17.6	3.	—	1.	13.2	8.	9.7
Zugersee 38.5 . . .	.	.	.	.	.	.	13.	10.5	28.	3.1	3.	7.8	28.	3.9	3.	0.8	1.	5.1	8.	1.0
Vierwaldst. See 113.4	.	.	.	.	.	.	12.	13.6	27.	11.3	2.	19.2	27.	6.8	2.	4.5	31.	11.3	7.	19.2
Brienzer See 30.0 . .	.	.	.	.	.	.	12.	1.8	27.	1.8	2.	1.5	27.	4.2	2.	2.4	31.	0.3	7.	7.2
Thuner See 47.9 . .	.	.	.	.	.	.	12.	7.2	27.	4.3	2.	6.7	27.	—	2.	3.4	31.	3.4	7.	9.1
Neuenburger See 218.2	.	.	.	.	.	.	.	.	27.	6.5	2.	10.0	27.	39.2	2.	2.2	31.	26.2	7.	6.5
Bieler See 39.4 . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	27.	--	2.	8.6	27.	23.4	2.	7.0	31.	4.3	7.	1.2
Murten See 22.9 . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3.9	27.	9.7	2.	--	31.	2.1	7.	0.5
Zusammen		67.6				183.1		247.3		138.5		194.4		251.8		29.1		153.2		132.0
In % der Rheinabflußmenge zu Basel .		.		.		.		.		3.7		4.0		5.6		0.9		4.8		4.0

* Das Verhalten der Seestände zur Zeit des Hochwassers 1817 VII ist nur in bezug auf den Bodensee und Zürichsee, während des Hochwassers 1852 IX nur hinsichtlich des Bodensees bekannt. Die Retention der Juraseen tritt erstmals 1880 in Wirksamkeit.

Digitized by Google

4. Beteiligung des Schweizerrheins und der Aare an den bedeutenderen Oberrhein-Anschwellungen.

Eintritt Jahr	Mon.	Tag	Mittlere sekundl. Abflußmenge* cbm	Hiervon treffen auf Rhein %	Aare %
1819	XII.	20.	1403	48	52
		21.	3000	43	57
		22.	2380	36	64
		23.	2380	43	57
		24.	2022	36	64
		25.	1783	42	58
		26.	1599	45	55
1820	I.	20.	1252	38	62
		21.	1599	49	51
		22.	1499	46	54
		23.	1116	47	53
1821	VIII.	12.	2043	48	52
		13.	(3500)	46	54
		14.	(2920)	47	53
		15.	(3180)	46	54
		16.	(3245)	55	45
		17.	(3775)	42	58
		18.	2305	55	45
		19.	2162	56	44
		20.	2043	57	43
		21.	1977	58	42
1824	VIII.	22.	1363	60	40
		23.	1383	66	34
		24.	1970	68	32
		25.	(3180)	63	37
		26.	(3080)	70	30
		27.	1933	76	24
		28.	1783	58	42
		29.	1660	61	39
		30.	1578	61	39
1824	XI.	1.	2022	48	52
		2.	(3105)	48	52
		3.	(3685)	48	52
		4.	(3080)	52	48
		5.	2380	47	53
		6.	2380	46	54
		7.	2177	49	51
		8.	2022	50	50
1825	X.	19.	776	48	52
		20.	2357	49	51
		21.	2043	52	48
		22.	1327	47	53
1831	IX.	3.	1680	49	51
		4.	2177	51	49
		5.	(3515)	40	60
		6.	(2945)	32	68
		7.	2155	42	58
		8.	2065	44	56
1834	I.	18.	1128	49	51
		19.	1640	46	54
		20.	2245	45	55
		21.	1783	54	46
1846	VIII.	20.	1000	54	46
		21.	1040	52	48
		22.	1221	45	55
		23.	1499	50	50
		24.	(3245)	49	51
		25.	2177	42	58
1846	VIII.	30.	1868	38	62
		31.	(3970)	29	71
	IX.	1.	(3055)	39	61
		2.	(2860)	35	65
		3.	2222	37	63
		4.	1999	39	61
1850	II.	2.	1441	36	64
		3.	1783	48	52
		4.	1370	51	59
		5.	1175	44	56
		6.	1043	47	53
		7.	1043	40	60
1851	VIII.	1.	2200	46	54
		2.	(3735)	44	56
		3.	(3340)	46	54
		4.	(3025)	47	53
		5.	2290	49	51
1852	VIII.	10.	1999	42	58
		11.	2200	39	61
		12.	1890	46	54
		13.	1919	44	56
		14.	1832	46	54
		15.	1755	46	54
		16.	1633	49	51
1852	IX.	17.	2200	41	59
		18.	(5147)	41	59
		19.	(3500)	58	42
		20.	2245	49	51
		21.	2065	49	51
1872	V.	24.	1511	46	54
		25.	1578	44	56
		26.	(3245)	47	53
		27.	2200	54	46
		28.	1840	49	51
1876	VI.	11.	1977	64	36
		12.	(3785)	60	40
		13.	(5520)	46	54
		14.	(4225)	59	41
		15.	(3245)	62	38
		16.	(3085)	58	42
1877	II.	13.	980	57	43
		14.	2282	47	53
		15.	2185	50	50
		16.	1626	42	58
		17.	1448	40	60
		18.	1370	41	59
1878	VI.	3.	1669	51	49
		4.	(3045)	55	45
		5.	(2995)	51	49
		6.	(3065)	55	45
		7.	2230	51	49
1879	I.	3.	1701	46	54
		4.	1565	38	62
		5.	1499	39	61
		6.	1277	42	58
		7.	1128	43	57
		8.	1043	44	56
1880	X.	25.	1803	43	57
		26.	1633	49	51
		27.	1840	44	56
		28.	(3240)	45	55
		29.	2245	47	53
		30.	2057	44	56
		31.	1803	46	54
1881	IX.	1.	1370	43	57
		2.	(3895)	54	46
		3.	(4225)	47	53
		4.	(3085)	48	52
		5.	2117	44	56
		6.	1926	47	53
		7.	1840	48	52
1882	XII.	26.	1667	31	69
		27.	(2880)	34	66
		28.	(3780)	36	64
		29.	2185	38	62
		30.	1790	37	63
		31.	1660	38	62
1888	IX.	1.	1227	55	45
		2.	1728	58	42
		3.	2305	77	23
		4.	1599	60	40
		5.	1480	58	42
		6.	1415	57	43
		7.	1383	57	43
1888	X.	3.	2132	44	56
		4.	(3085)	43	57
		5.	2036	48	52
		6.	1854	52	48
1890	VIII.	29.	1565	55	45
		30.	2245	52	48
		31.	2170	61	49
	IX.	1.	(3085)	44	56
		2.	(3185)	62	38
		3.	(2900)	62	38
		4.	2200	59	41
		5.	2102	59	41
		6.	2007	62	38
1897	II.	2.	546	34	66
		3.	1867	41	59
		4.	1701	42	58
		5.	1284	46	54
		6.	1110	33	67
1897	IX.	5.	2245	56	44
		6.	1797	52	48
		7.	2215	50	50
		8.	(3135)	60	40
		9.	2147	51	49
1899	I.	14.	1290	33	67
		15.	2222	46	54
		16.	1473	34	66
		17.	1383	33	67
		18.	1339	33	67

* Nach den Beobachtungen um 12 h mittags; die eingeklammerten Mengenzahlen sind nach jenen von Basel berechnet.

Digitized by Google

5. Abflußmengen des Rheins und seiner größeren Nebenflüsse bei bestimmten Wasserständen.

Wasserstand am Pegel	Rhein									Aare	Neckar	Main	Mosel
cm	Tardisbr.	Konstanz	Kadelbg.	Waldshut	Maxau	Mannheim	Mainz	Cöln	Emmerich	Döttingen	Heidelbg.	Miltenbg.	Trier
100	35	.	116	200	.	.	1225	870	1235	220	32	65	204
110	43	.	133	243	.	.	1296	920	1292	240	40	78	227
120	55	.	151	284	.	.	1369	972	1347	260	50	92	250
130	68	.	170	325	.	.	1444	1025	1400	283	60	104	275
140	85	.	190	369	.	.	1521	1080	1455	308	73	118	300
150	102	.	213	412	.	.	1600	1136	1509	336	86	130	326
160	120	.	235	456	.	.	1683	1193	1569	368	102	145	354
170	141	.	260	499	.	.	1768	1252	1625	404	117	160	382
180	162	.	286	546	.	.	1855	1313	1696	439	136	175	412
190	185	.	315	591	.	.	1944	1375	1760	478	155	190	442
200	210	.	344	638	.	.	2036	1438	1831	517	177	204	472
210	235	.	376	685	.	.	2129	1505	1905	560	200	217	505
220	262	.	410	734	.	.	2225	1571	1970	600	224	230	539
230	291	.	445	781	.	.	2322	1639	2040	641	249	245	574
240	322	75	483	831	.	.	2419	1709	2111	685	275	260	609
250	355	100	520	884	330	751	2524	1780	2185	730	301	275	647
260	389	125	557	936	370	790	2638	1853	2258	775	329	292	684
270	426	151	596	990	410	829	2734	1927	2340	822	357	310	722
280	465	178	635	1043	451	869	2842	2003	2417	870	386	326	762
290	503	205	675	1100	495	909	2952	2081	2500	919	416	345	802
300	542	232	715	1157	539	950	.	2160	2580	968	446	365	844
310	584	261	759	1215	582	992	.	2241	2674	1022	477	385	887
320	628	290	802	1277	629	1036	.	2323	2766	1075	510	405	930
330	673	320	847	1339	675	1079	.	2407	2860	1130	543	430	975
340	720	349	893	1403	722	1123	.	2493	2962	1187	577	454	1022
350	769	379	940	1467	767	1168	.	2580	3071	1246	613	475	1069
360	817	409	990	1531	816	1213	.	2669	3178	1307	649	504	1117
370	870	440	1040	1599	864	1258	.	2759	3280	1369	685	530	1166
380	925	471	1091	1667	913	1303	.	2851	3390	1432	725	560	1216
390	980	502	1143	1735	964	1349	.	2945	3509	1499	765	592	1268
400	1035	532	1199	1875	1015	1395	.	2970	3620	1566	806	628	1320
410	1090	562	1253	1947	1066	1441	.	3063	3740	1635	849	665	1373
420	.	592	1310	2022	1118	1488	.	3155	3855	1707	895	705	1428
430	.	629	1369	2095	1170	1536	.	3249	3996	1782	940	745	1486
440	.	666	1428	2170	1226	1586	.	3342	4125	1860	987	790	1547
450	.	703	1490	2245	1282	1640	.	3433	4255	.	1036	835	1610
460	.	740	1553	2320	1337	1697	.	3531	4385	.	1086	885	1672
470	.	776	1617	2395	1395	1754	.	3629	4530	.	1138	950	1737
480	.	813	1683	.	1454	1812	.	3727	.	.	1191	1018	1804
490	.	851	1750	.	1514	1871	.	3822	.	.	1246	1100	1875
500	.	890	1816	.	1574	1932	.	3920	.	.	1303	1195	1950
510	.	929	1885	.	1637	1995	.	4022	.	.	1362	.	2031
520	.	963	1955	.	1700	2056	.	4127	.	.	.	.	2118
530	.	997	2027	.	1768	2120	.	4230	.	.	.	.	2210
540	.	1032	2100	.	1838	2182	.	4334	.	.	.	.	2308
550	.	1056	2173	.	1907	2248	.	4438	.	.	.	.	2409
560	.	1080	.	.	1980	2313	.	4540	.	.	.	.	.
570	.	1104	.	.	2056	2380	.	4648	.	.	.	.	.
580	.	1128	.	.	2130	2447	.	4752	.	.	.	.	.
590	.	1152	.	.	2202	2520	.	4860	.	.	.	.	.
600	.	1176	.	.	2278	.	.	4967	.	.	.	.	.

Digitized by Google

6. Jahreszeitlicher Wechsel in der Wasserführung des Rheins

im Durchschnitte der Jahre 1891—1900.

Zeitraum	Mittlere Abflußmenge in der Sekunde in				
Monate u. Tage	Stein	Basel	Mannheim	Mainz	Cöln
	in Kubikmeter				
I. 1.—5	135	568	1132	1296	1758
6.—10.	135	504	1057	1310	1667
11.—15.	122	487	967	1253	1412
16.—20.	122	538	1150	1444	1605
21.—25.	122	512	1294	1521	2003
26.—30.	119	483	1195	1576	2034
Mittel	126	516	1132	1399	1737
II. 1.—5.	115	564	1155	1560	2282
6.—10.	118	555	1177	1592	2332
11.—15.	127	610	1317	1683	2274
16.—20.	135	596	1344	1759	2348
21.—25.	132	547	1199	1608	2200
26.—29.	130	551	1079	1513	2057
Mittel	126	568	1213	1610	2249
III. 1.—5.	137	577	1123	1521	2042
6.—10.	137	629	1159	1513	2176
11.—15.	155	668	1312	1666	2407
16.—20.	162	678	1245	1584	2216
21.—25.	176	740	1299	1641	2128
26.—31.	189	787	1321	1650	2112
Mittel	159	678	1245	1592	2176
IV. 1.—5.	205	798	1317	1616	2073
6.—10.	226	893	1409	1666	2073
11.—15.	249	935	1478	1777	2192
16.—20.	258	911	1419	1725	2128
21.—25.	270	959	1450	1700	2011
26.—30.	293	1002	1432	1675	1927
Mittel	250	911	1419	1691	2065

Zeitraum	Mittlere Abflußmenge in der Sekunde in				
Monate u. Tage	Stein	Basel	Mannheim	Mainz	Cöln
	in Kubikmeter				
V. 1.—5.	326	1135	1521	1717	1935
6.—10.	357	1109	1541	1777	2003
11.—15.	378	1109	1502	1734	1980
16.—20.	400	1122	1497	1708	1935
21.—25.	430	1215	1546	1751	1950
26.—31.	471	1335	1714	1935	2104
Mittel	394	1168	1551	1768	1988
VI. 1.—5.	499	1271	1633	1855	2026
6.—10.	537	1393	1692	1864	2003
11.—15.	576	1473	1848	2054	2257
16.—20.	596	1502	1872	2064	2192
21.—25.	599	1458	1848	2054	2176
26.—30.	608	1429	1824	2017	2144
Mittel	569	1422	1782	1981	2136
VII. 1.—5.	596	1393	1782	1935	2065
6.—10.	599	1437	1794	1972	2089
11.—15.	579	1327	1714	1926	2011
16.—20.	564	1327	1623	1794	1882
21.—25.	554	1356	1638	1785	1838
26.—31.	543	1313	1607	1777	1845
Mittel	573	1356	1692	1864	1957
VIII. 1.—5.	537	1320	1644	1704	1860
6.—10.	534	1299	1586	1751	1838
11.—15.	525	1236	1556	1725	1802
16.—20.	504	1188	1488	1633	1709
21.—25.	492	1181	1469	1608	1674
26.—31.	477	1096	1432	1563	1653
Mittel	512	1222	1526	1683	1758

Zeitraum	Mittlere Abflußmenge in der Sekunde in				
Monate u. Tage	Stein	Basel	Mannheim	Mainz	Cöln
	in Kubikmeter				
IX. 1.—5.	447	1045	1330	1452	1531
6.—10.	462	1148	1400	1490	1538
11.—15.	453	1058	1432	1568	1674
16.—20.	435	983	1312	1452	1544
21.—25.	411	923	1267	1384	1453
26.—30.	390	905	1254	1376	1485
Mittel	433	1008	1330	1452	1538
X. 1.—5.	372	865	1208	1332	1453
6.—10.	354	826	1186	1310	1419
11.—15.	332	782	1118	1239	1362
16.—20.	318	766	1118	1232	1425
21.—25.	308	798	1181	1303	1551
26.—30.	300	782	1217	1391	1681
Mittel	331	804	1172	1303	1479
XI. 1.—5.	276	698	1101	1274	1653
6.—10.	261	619	1005	1176	1459
11.—15.	234	638	992	1116	1387
16.—20	214	624	1027	1190	1518
21.—25.	196	564	958	1116	1425
26.—30.	178	516	873	1018	1282
Mittel	227	610	992	1149	1453
XII. 1.—5.	162	500	845	967	1211
6.—10.	160	586	1053	1170	1571
11.—15.	158	559	1023	1232	1780
16.—20.	155	568	1079	1303	1980
21.—25.	145	491	930	1163	1674
26.—31.	132	496	849	1018	1406
Mittel	152	534	963	1142	1591

Digitized by Google

7. Beteiligung der größeren Gewässer des Rheingebietes an der Wasserführung des Stromes

im Durchschnitte der Jahresreihe 1891—1900.

Gebietsabschnitt und Gewässer	Beteiligung in Hundertteilen der Abflußmenge im:												
	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Zu Waldshut:													
Schweizer Rhein . .	26	23	25	29	37	41	46	42	44	42	37	30	35
Thurgaugewässer . .	20	23	16	—	—	—	—	—	—	9	13	17	8
Aare	54	54	59	71	63	59	54	58	56	49	50	53	57
Zu Mannheim:													
Schweizer Rhein und Thurgaugewässer .	20	20	21	18	25	32	34	33	33	34	31	25	27
Aare	23	24	30	44	45	45	40	46	41	33	30	28	36
Neckar	16	19	17	12	8	6	5	4	5	7	7	13	10
Übrige Gewässer . .	41	37	32	26	22	17	21	17	21	26	32	34	27
Zu Mainz:													
Schweizer Rhein und Thurgaugewässer .	17	17	17	15	23	30	32	32	31	31	28	21	25
Aare	21	20	25	38	40	42	37	43	39	30	27	24	32
Neckar	14	15	14	11	8	6	5	4	5	7	7	12	9
Main	13	19	18	13	9	6	6	5	6	8	9	13	10
Übrige Gewässer . .	35	29	26	23	20	16	20	16	19	24	29	30	24
Zu Cöln:													
Schweizer Rhein und Thurgaugewässer .	12	12	14	13	21	28	30	30	28	27	23	16	21
Aare	15	15	19	33	36	39	35	40	36	26	22	18	28
Neckar	10	11	11	9	7	5	4	4	4	6	6	9	8
Main	10	14	14	11	8	6	6	5	6	7	8	10	10
Mosel	27	26	22	15	10	7	6	6	8	14	17	25	15
Übrige Gewässer . .	26	22	20	19	18	15	19	15	18	20	24	22	18

8. Verhältnis der Abflußmengen zu Waldshut und Maxau bei längerdauernden Beharrungszuständen.

Beobachtet im		Waldshut			Maxau		Mengenzunahme zwischen Waldshut u. Maxau	Beobachtet im		Waldshut			Maxau		Mengenzunahme zwischen Waldshut u. Maxau
		Eintritt	Höhe	Menge	Höhe	Menge				Eintritt	Höhe	Menge	Höhe	Menge	
Jahr	Monat	Tag	cm	cbm	cm	cbm	cbm	Jahr	Monat	Tag	cm	cbm	cm	cbm	cbm
1891	II.	15.—17.	96	184	258	360	176	1885	IV.	4.—11.	153	425	307	570	145
1896	II.	25.—29.	100	200	260	370	170	1887	X.	12.—23.	167	486	309	580	94
1895	III.	6.—10.	100	200	260	370	170	1884	IV.	9.—24.	199	633	335	695	62
1882	II.	8.—27.	103	214	254	346	132	1893	IV.	13.—24.	215	710	360	815	105
1874	II.—III.	12.—2.	107	230	256	354	124	1893	VII.	2.—14.	241	836	381	920	84
1880	II.	6.—12.	115	263	269	408	145	1884	VIII.	10.—23.	265	963	405	1040	77
1898	I.	24.—29.	120	284	270	410	126	1885	VI.	4.—20.	275	1016	420	1120	104
1888	III.	3.—9.	122	292	274	428	136	1887	VII.	9.—16.	278	1032	416	1098	66
1896	II.	12.—16.	125	305	275	430	125	1874	VII.	20.—30.	290	1100	437	1210	110
1875	III.	1.—7.	133	338	272	420	82	1896	V.	13.—20.	300	1157	440	1225	68
1905	II.	12.—25.	136	352	281	455	103	1899	VI.	8.—14.	310	1215	450	1280	65
1897	XI.	23.—29.	145	391	290	495	104	1876	V.—VI.	23.—4.	316	1252	464	1360	108
1877	X.	15.—26.	147	399	295	520	121	1875	VI.	9.—18.	320	1277	461	1345	68
1894	III.-IV.	20.—12.	153	425	293	510	85	1888	V.	25.—31.	335	1370	484	1480	110
1876	XI.	3.—13.	152	421	303	555	104								

Digitized by Google

9. Allgemeine Beharrungszustände im Abflußvorgang des Rheins

zwischen Waldshut und Emmerich.

Eintritt und Dauer		Mittlerer Wasserstand des Rheins (in Centimeter) zu:											
Jahr	Monat und Tag	Waldshut	Basel	Kehl	Maxau	Mannheim*)	Mainz	Bingen	Coblenz	Andernach	Cöln	Ruhrort	Emmerich
1820	VII. 2.—10.	295	243	481	519	.	.	.	258	267	240	229	220
1822	VII. 1.—17.	265	204	460	456	434	.	.	220	191	195	171	171
	XI. 7.—19.	136	99	367	351	296	.	.	152	160	115	89	100
1825	VII. 2.—28.	295	234	463	456	473	.	.	243	259	223	191	194
1828	V. 30.—VI. 8.	310	243	433	465	482	.	.	270	284	245	246	229
1832	IV. 18.—V. 1.	172	108	265	336	320	.	.	171	.	147	120	122
	VIII. 5.—26.	229	165	340	381	371	.	.	187	.	163	149	138
1834	VI. 11.—24.	274	198	358	414	422	.	.	227	240	215	186	179
	VII. 11.—19.	289	210	367	411	443	.	.	234	247	219	186	180
1835	VII. 4.—27.	278	219	379	432	461	.	.	229	241	213	184	171
1839	XI. 12—27.	166	108	285	336	314	.	.	168	174	144	101	107
1842	V. 29.—VI. 13.	307	219	391	441	452	.	.	236	250	227	195	184
	XII. 15.—26.	190	126	313	357	341	.	.	193	199	177	144	138
1846	VI. 14.—31.	343	279	439	507	512	.	.	291	314	295	272	250
1847	XI. 25.—XII. 2.	139	81	229	303	284	.	.	181	192	166	145	126
1848	V. 9.—25.	274	198	352	426	422	.	.	254	267	251	232	217
1849	VIII. 8.—25.	268	192	388	414	392	.	.	224	236	213	186	165
1853	VIII. 22.—IX. 5.	298	255	385	432	437	154	213	253	269	250	218	201
	XI. 12.—25.	157	105	319	309	281	68	134	176	185	155	117	122
1856	VII. 13.—19.	262	253	403	468	497	190	256	302	325	311	279	254
1857	VII. 27.—VIII. 13.	241	171	334	378	353	95	167	198	206	178	126	118
	IX. 2.—17.	250	144	310	354	344	78	154	188	197	170	114	108
	IX. 28.—X. 12.	145	108	268	309	299	50	121	157	166	129	74	76
	XI. 19.—XII. 2.	109	60	217	255	221	15	84	122	136	88	36	41
1861	X. 29.—XI. 10.	148	90	217	288	284	54	113	150	161	124	78	84
1863	VIII. 10.—20.	241	159	307	363	359	108	161	191	200	173	119	93
1864	VII. 14.—27.	334	249	382	471	483	196	246	273	292	280	230	227
	X. 18.—XI. 9.	160	87	229	282	274	50	104	141	153	115	60	61
1865	X. 10.—27.	130	60	247	252	250	30	78	117	.	81	27	26
1867	VIII. 14.—25.	199	186	295	396	424	143	189	223	.	219	171	157
1869	X. 9.—21.	190	120	265	318	373	95	146	185	.	170	119	96
1870	IV. 29.—V. 9.	202	129	268	345	383	117	169	206	.	196	150	145
	V. 29.—VI. 6.	217	195	334	414	438	148	196	224	.	219	128	155
	VI. 21.—VII. 4.	181	132	295	369	397	116	168	198	.	186	129	118
1871	IV. 3.—10.	103	96	253	324	360	114	166	217	.	217	171	168
1874	II. 12.—19.	107	102	163	256	269	41	97	.	.	.	.	.
	VII. 20.—VIII. 4.	290	210	325	437	461	156	205	238	.	233	178	160
	X. 1.—15.	139	72	200	265	267	33	87	165	.	141	87	66
	XI. 9.—18.	110	62	182	241	233	18	68	112	.	79	23	2
1875	VI. 9.—21.	320	232	365	461	489	175	.	.	.	.	.	.
	VIII. 25.—IX. 3.	245	170	310	400	424	130	185	220	255	216	163	144
1877	VI. 14.—VII. 2.	420	338	462	587	635	274	319	357	420	391	344	319
	X. 15.—30.	147	66	214	295	280	50	105	.	.	.	.	.
1878	X. 9.—20.	254	170	284	400	419	134	189	228	266	225	173	150
1880	IX. 5.—20.	250	174	304	405	419	133	181	225	256	218	160	139
1884	IV. 9.—19.	199	110	245	335	335	90	158	213	144	115	47	29
	VIII. 10.—30.	265	173	290	405	390	115	174	219	233	207	136	122
1885	VI. 1.—20.	275	180	297	420	417	133	189	228	255	228	157	140
	VIII. 1.—19.	220	132	249	351	335	80	146	180	188	166	86	68

*) Die Wasserstände zu Mannheim beziehen sich auf die Neckarmündung (Pegel Frankenthal oder Sandhofen).

Digitized by Google

Eintritt und Dauer		Mittlerer Wasserstand des Rheins (in Centimeter) zu:											
Jahr	Monat und Tag	Waldshut	Basel	Kehl	Maxau	Mannheim*)	Mainz	Bingen	Coblenz	Andernach	Cöln	Ruhrort	Emmerich
1886	V. 25.—VI. 8.	227	137	248	365	363	106	171	212	233	211	137	116
1887	VII. 9.—29.	281	190	292	420	421	151	200	233	266	240	171	150
	X. 12.—28.	167	85	200	309	274	55	116	162	168	144	72	54
1888	V. 16—VI. 12.	335	253	371	483	497	200	249	277	322	303	238	221
1891	VII. 28.—VIII. 8.	327	227	345	478	487	200	247	292	345	329	277.	269
1893	IV. 13.—19.	215	115	240	360	312	90	150	.	.	.	.	.
	VIII. 30.—IX. 6.	191	89	217	326	273	46	116	113	153	110	44	28
1895	X. 10.—25.	145	34	143	280	213	16	81	114	126	76	.	.
1898	VII. 11.—18.	—	—	—	—	476	204	250	292	357	318	.	.
1900	IX. 28.—X. 8.	206	75	206	333	259	50	123	.	.	.	.	.
1904	IX. 2.—19.	235	100	213	352	275	53	135	160	179	122	51	53
1906	IX. 9.—X. 1.	212	61	225	330	251	40	125	137	170	36	36	52

*) Die Wasserstände zu Mannheim beziehen sich auf die Neckarmündung (Pegel Frankenthal oder Sandhofen).

10. Fünfjährige Niederschlags- und Wasserstands-Mittelwerte

zur Feststellung des Wechsels in der Höhenlage der Stromsohle des Rheins.

Beobachtungs-Ort und Zeitraum	Langj. Mittel	1806—10	1811—15	1816—20	1821—25	1826—30	1831—35	1836—40	1841—45	1846—50	1851—55	1856—60	1861—65	1866—70	1871—75	1876—80	1881—85	1886—90	1891—95	1896—1900	1901—05
Fünfjährige Mittel des Niederschlages in % des langjährigen Mittels:																					
Reichenau, 42 Jahre	1057	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	99	111	120	82	112	99	97	88
Altstätten, 42 Jahre	1275	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100	106	114	92	102	101	100	90
Isny, 72 Jahre	1403	.	.	.	.	.	.	106	108	104	95	89	90	114	92	108	101	104	96	102	90
Zürich, 42 Jahre	1137	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	101	106	123	105	109	86	92	94
Neuenburg, Schwz., 50 Jahre	924	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	92	91	98	95	113	100	100	93	99	98
Straßburg i. E., 39 u. 55 Jahre	675	102	97	103	109	100	93	91	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	689	.	.	.	.	.	.	.	.	93	113	105	90	.	.	118	92	99	.	.	88
Schopfloch, 62 Jahre	1061	.	.	.	.	.	.	.	.	98	88	.	100	112	98	113	91	107	89	105	104
Kalw, 56 Jahre	754	.	.	.	.	.	.	.	.	98	107	94	88	103	101	116	100	95	95	101	.
Stuttgart, 85 Jahre	638	.	.	.	.	96	93	99	95	102	103	91	78	103	92	120	106	104	102	110	103
Pfeddersheim, 45 Jahre	465	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	82	98	107	111	103	.	.	.	.
Baireuth, 71 Jahre	631	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	132	106	88	82	86	87
Frankfurt a. M., 68 Jahre	617	.	.	.	.	.	.	.	116	.	105	104	91	107	99	113	104	90	89	90	89
Boppard, 45 Jahre	659	.	.	.	.	.	.	.	.	103	107	89	92	107	99	111	101	90			
Gießen, 54 Jahre	622	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	91	97	108	94	123	101	94	91	96	89
Nancy, 63 Jahre	770	.	.	.	.	.	.	.	.	101	102	101	93	100	98	116	105	102	93	89	88
Metz, 59 Jahre	673	.	.	.	.	90	88	108	107	109	107	97	.	.	.	116	107	.	.	.	.
Trier, 57 Jahre	685	118	92	97	98	96	.	.	.	.	107	102	88	109	97	107	102	100	92	91	103
Bonn, 53 Jahre	603	.	.	.	.	.	.	.	.	.	111	91	86	103	101	109	102	101	95	98	.
Cöln, 58 Jahre	640	.	.	.	.	.	.	.	.	.	104	93	79	94	88	116	107	107	108	108	107
Kleve, 54 Jahre	774	.	.	.	.	.	.	.	.	.	104	94	96	114	96	116	100	90	93	96	.
Rheingebiet*		110	95	100	103	95	91	101	107	101	104	95	89	104	99	116	100	100	93	98	94

Digitized by Google

Beobachtungs-Ort	beobachtet seit	1806—10	1811—15	1816—20	1821—25	1826—30	1831—35	1836—40	1841—45	1846—50	1851—55	1856—60	1861—65	1866—70	1871—75	1876—80	1881—85	1886—90	1891—95	1896—1900	1901—05
Fünfjährige Durchschnittswerte des Jahresmittels aus den niedrigsten Monatsständen des Rheins in Centimeter:																					
Waldshut	1818	.	.	.	213	205	200	213	220	211	217	185	181	200	193	226	201	205	190	212	215
Basel	1808	.	158	166	167	149	138	148	158	149	155	127	114	134	118	147	118	117	89	94	83
Kehl	1817	.	.	.	394	331	310	324	329	318	309	286	265	280	261	273	246	242	221	234	218
Maxau	1815	.	.	489	437	778	366	381	398	379	373	347	328	356	341	391	360	359	348	363	362
Mannheim	1801	451	423	439	449	431	405	431	439	419	425	391	369	409	361	407	348	343	317	323	302
Worms	1819	.	.	.	146	137	111	114	122	102	110	69	50	96	80	135	87	87	58	71	38
Mainz	1818	.	.	.	106	98	82	97	115	107	119	95	94	127	106	143	111	107	89	96	77
Bingen	1828	.	.	.	.	.	163	178	188	182	187	161	151	177	161	199	169	167	149	156	154
Coblenz	1817	.	.	.	238	222	210	221	233	227	236	206	192	222	205	248	223	211	186	202	196
Cöln	1813	.	.	.	222	209	195	212	229	218	232	196	177	221	200	256	218	213	175	190	181
Ruhrort	1815	.	.	208	219	207	191		221	210	208	155	133	175	150	211	158	151	119	139	120
Emmerich	1815	.	.	215	217	207	170	193	206	189	203	148	133	170	142	197	146	137	118	142	137

11. Hebungen und Senkungen in der Stromsohle des Rheins.

Zeitraum		Die Rheinsohle lag (+ cm) höher oder (— cm) tiefer als im Jahre 1858 zu:															
von	bis	Waldshut	Basel	Altbreis.	Rheinau	Kehl	Plittersdorf	Maxau	Speyer	Mannheim	Worms	Mainz	Bingen	Coblenz	Cöln	Ruhrort	Emmerich
1816	1820	.	+27	+ 9	.	.	.	.	.	+32	.	.	.	.	.	.	.
1821	1825	+10	+22	+13	.	.	+180	+78	.	+34	+58	.	.	.	.	+37	+43
1826	1830	+10	+17	+14	.	+64	+169	+47	+57	+31	+48	— 9	.	+ 8	+ 1	+34	+34
1831	1835	+11	+13	+11	.	+46	+156	+34	+44	+26	+36	—12	.	+ 4	— 2	+33	+26
1836	1840	+12	+ 8	+ 9	+32	+29	+139	+22	+31	+21	+25	—14	+ 2	0	— 4	+28	+18
1841	1845	+ 8	+ 7	+ 8	+23	+22	+ 86	+16	+19	+16	+18	—11	+ 2	0	— 2	+20	+14
1846	1850	+ 6	+ 5	+ 6	+14	+15	+ 33	+11	+ 7	+10	+12	— 7	+ 1	+ 1	0	+14	+10
1851	1855	+ 3	+ 4	+ 5	+ 5	+ 8	+ 11	+ 6	+ 2	+ 5	+ 5	— 4	+ 1	+ 2	+ 1	+ 7	+ 6
1856	1860	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	— 0	0	0
1861	1865	— 3	— 6	— 7	— 4	—10	— 2	— 5	— 2	— 6	— 3	+ 4	— 3	— 3	— 3	— 7	— 7
1866	1870	— 6	—13	—11	—13	—20	— 3	—10	— 5	—17	— 5	+ 5	— 6	— 6	— 6	—15	—16
1871	1875	— 5	—18	— 6	—33	—30	— 4	—14	—16	—41	— 5	— 1	—10	—11	— 9	—22	—27
1876	1880	— 2	—20	—11	—13	—39	— 1	— 6	—32	—50	— 3	0	— 8	— 5	— 3	—21	—28
1881	1885	+ 1	—21	—18	+12	—47	+ 1	+ 3	—48	—59	— 1	+ 1	— 5	+ 2	+ 4	—20	—28
1886	1890	+ 5	—22	— 8	+14	—51	+ 14	+ 2	—50	—64	— 1	— 3	— 7	— 9	— 1	—27	—37
1891	1895	+ 9	—30	—12	+26	—54	+ 23	+ 5	.	—72	— 7	— 6	—10	—11	—19	—29	.
1896	1900	+13	—37	—15	+36	—57	+ 32	+ 8	—54	—81	—13	—11	—14	.	—18	.	.
1901	1905	+17	—44	—19	+49	—60	+ 41	+12	.	—90	—19	—15	.	.	—16	.	.

Digitized by Google

12. Die mittleren Wasserstände des Rheins aus 1851—1900,

bezogen auf die Abflußverhältnisse von 1886—1890.

Zeitraum	Waldshut			Basel			Rheinau			Kehl			Maxau			Mannheim		
	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1851—55	256	+1	257	195	−17	178	291	+6	297	347	−39	308	422	−3	419	484	−46	438
1856—60	227	+3	230	165	−15	150	261	+9	270	323	−34	289	391	+1	392	437	−43	394
1861—65	222	+5	227	152	−11	141	261	+12	273	299	−27	272	373	+5	378	420	−39	381
1866—70	244	+7	251	178	−6	172	283	+21	304	318	−21	297	409	+8	417	474	−31	443
1871—75	232	+7	239	158	−3	155	245	+34	279	297	−14	283	389	+11	400	426	−15	411
1876—80	265	+5	270	190	−1	189	286	+21	307	315	−8	307	447	+5	452	485	−9	476
1881—85	235	+3	238	152	−1	151	288	+1	289	279	−3	276	399	−1	398	411	−3	408
1886—90	239	0	239	152	0	152	292	0	292	277	0	277	406	0	406	407	0	407
1891—95	222	−3	219	122	+5	127	280	−8	272	253	+2	255	388	−2	386	373	+5	378
1896—00	257	−5	252	139	+10	149	322	−15	307	280	+4	284	419	−4	415	396	+11	407
1851—1900	240		242	160		156	281		289	299		285	404		406	431		414

Zeitraum	Worms			Mainz			Bingen			Coblenz			Cöln			Emmerich		
	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel	Berechnetes Mittel	Verbesserung	Verbessertes Mittel
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1851—55	170	−4	166	166	+1	167	235	−5	230	297	−7	290	309	−1	308	277	−29	248
1856—60	119	−1	118	130	−2	128	197	−5	192	254	−6	248	254	−1	253	201	−25	176
1861—65	103	+1	104	135	−5	130	193	−3	190	241	−4	237	244	+1	245	199	−20	179
1866—70	158	+3	161	174	−5	169	228	−1	227	282	−2	280	298	+3	301	248	−14	234
1871—75	138	+3	141	148	−1	147	204	+2	206	258	+1	259	267	+5	272	214	−7	207
1876—80	205	+1	206	198	−2	196	254	+1	255	317	−3	314	342	+1	343	285	−6	279
1881—85	141	0	141	156	−3	153	211	−1	210	279	−7	270	288	−3	285	224	−6	218
1886—90	143	0	143	155	0	155	211	0	211	240	0	240	290	0	290	218	0	218
1891—95	112	+4	116	135	+2	137	195	+2	197	240	+1	241	247	+12	259	197	−3	194
1896—00	138	+8	146	150	+5	155	204	+5	209	261	.	.	268	+11	279	227	.	.
1851—1900	143		144	155		154	213		213	267		(264)	281		284		229	(217)

Digitized by Google

13. Die größeren Anschwellungen des Rheins im XIX. Jahrhundert.

Eintritt		Waldshut	Basel	Altbreisach	Rheinau	Kehl	Plittersdorf	Maxau	Speyer	Mannheim	Worms	Oppenheim	Mainz	Bingen	Coblenz	Linz	Bonn	Cöln	Düsseldorf	Ruhrort	Wesel	Emmerich
Jahr	Monat																					
1801	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	757 12.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1801 bis 02	XII. I.	.	654 31.	.	.	.	.	.	.	820 5.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1802	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	799 25.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1802	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	799 1.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1803	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	766 20.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1805	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	823 6.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1806	VIII.	.	.	.	.	.	.	.	.	895 27.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1806	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	751 7.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1807	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	808 28.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1807	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	823 1.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1809	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	823 26.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1811	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	769 18.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1811	VII.	.	420 7.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1812	II.	.	504 17.	.	.	.	.	.	.	754 22.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1812	VII.	.	414 24.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1812	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	757 20.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1813	VII.	.	516 12.	.	.	.	.	.	.	781 17.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1814	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	787 20.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1815	III.	.	415 18.	.	.	.	.	780 20.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1815	VI.	.	450 26.	.	.	.	.	780 29.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1815	VII.	.	444 9.	.	.	.	.	765 31.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1815	VIII.	.	420 14.	.	.	.	.	777 17.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1816	VI. bis VII.	.	441 30.	511 30.	.	.	.	744 VI. 21.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1816	VII. bis VIII.	.	474 31.	502 31.	.	.	.	843 6.	.	847 5.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1816	VIII.	.	.	463 1.	.	.	.	819 3.	.	781 4.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1816	IX.	.	435 13.	472 13.	.	.	.	786 12.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1816	XII.	.	459 19.	529 19.	.	.	.	873 21.	.	778 23.	.	.	.	.	.	.	.	672 20.	589 21.	688 21.	625 21.	609 22.
1817	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	664 22.	636 23.	.	615 23.	607 24.
1817	III.	.	510 5.	502 9.	.	604 7.	.	840 11.	.	862 9.	.	.	.	.	712 11.	.	.	761 12.	730 12.	766 13.	698 13.	667 13.
1817	V. bis VI.	.	.	448 28.	.	538 29.	.	750 30.	.	874 29.	.	.	.	.	.	.	.	638 31.	612 1.	633 1.	575 1.	583 2.
1817	VI. bis VII.	.	444 26.	469 26.	.	553 27.	.	774 29.	.	780 30.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Digitized by Google

Eintritt		Waldshut	Basel	Altbreisach	Rheinau	Kehl	Plittersdorf	Maxau	Speyer	Mannheim	Worms	Oppenheim	Mainz	Bingen	Coblenz	Linz	Bonn	Cöln	Düsseldorf	Ruhrort	Wesel	Emmerich
Jahr	Monat																					
1817	VII.	.	609 6.	601 6.	.	637 8.	.	882 9.	.	820 11.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1817	VII.	.	.	.	.	595 19.	.	864 20.	.	820 21.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1817	VIII.	.	402 28.	433 28.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1818	V.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	638 20.	625 20.	643 20.	596 21.	594 21.
1819	XII.	571 21.	540 21	586 22.	.	649 22.	760 22.	837 24.	778	889 26.	553 26	500 27.	480 28	.	834 15.	1025 26.	.	863 26.	811 26.	837 14.	761 28.	693 29.
1820	I.	.	(354 21.	436 21	–	571 22.	637 23	789 20.	821	814 20.	445 24.	433 24.	430 24	.	795 22.	991 22.	.	840 22.	783 23.	819 23	745 24.	701 24.
1821	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	560 17.	625 17.	.	612 17.	617 18.	649 18.	594 18.	581 19.
1821	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	586 14.	657 14.	.	623 14	623 15.	649 15.	599 15.	589 16.
1821	VIII.	335 15	516 16	547 16.	.	643 17.	724 18	762 18.	812	814 20.	476 20.	406 21.	330 21.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1823	II.	.	.	.	.	523 13.	595 13.	561 14	783	775 2.	475 3.	380 4.	363 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1823	VII.	496 18.	447 18.	478 19.	.	616 19.	676 20.	651 20.	719	(688) 22.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1824	V.	442 25.	411 25.	481 24.	.	607 24.	706 25.	690 25	779	796 20.	485 27.	410 27.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1824	VIII.	550 25.	540 26.	553 26.	.	655 27.	724 29.	708 28.	782	760 30.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1824	XI.	550 3.	540 3.	586 3.	.	661 4	787 4.	813 6.	876 6.	943 3.	614 6.	565 7.	485 7.	.	790 16.	939 16.	.	850 16	806 17.	853 17.	777 18.	717 18.
1824	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	583 27	680 27.	.	643 27.	641 28.	691 28.	633 28.	609 29
1825	X.	523 20	513 21	538 21.	.	604 22.	679 23.	660 25.	723	(679) 24.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1825	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	645 6.	706 7.	.	698 7.	676 7.	701 8.	646 8.	615 9.
1826	VII.	460 25.	426 26.	499 26.	.	550 27.	679 28.	627 28.	724	(691) 30.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1827	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	718 3.	453 4	403 5.	401 6.	.	730 3.	832 4.	.	782 4.	727 5.	772 3.	709 5.	662 6.
1827	III.	421 14.	402 15.	484 15.	.	568 16.	694 16.	678 17.	771	790 18	476 18.	420 18.	385 19	.	654 12.	709 24.	.	709 20.	701 20.	727 20.	680 20.	646 20.
1827	V.	.	.	.	.	472 16	604 16.	546 16.	652	715 15.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1827	VI.	460 8.	411 8	466 9.	.	541 10.	655 11.	612 11	717	766 12.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1828	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	573 16.	691 16.	.	638 17.	623 17.	649 17.	602 18.	568 18.
1829	IX. bis X.	469 26.	432 27.	481 27.	.	574 28.	706 30	651 29.	751 30.	733 30.	420 30.	335 30.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1829	X.	.	.	.	.	547 10.	712 11.	657 11.	760 12.	766 12.	450 13.	365 14.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1830	II.	.	.	.	.	454 11	643 11	702 13.	.	853 11.	.	.	.	.	502 11	628 11.	.	604 11.	531 13.	908 13.	685 13.	615 15.
1830	II. bis III.	.	.	.	.	.	.	.	668	709 24	380 25.	375 26.	363 26.	393 27.	636 28.	732 28.	.	714 28.	672 1.	727 1.	696 28.	698 28.
1830	VII.	457 20.	420 18	466 18.	451 18	550 19.	676 19	615 20.	722	700 14.	300 10.	319 10.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1831	III.	.	(330 1.	430 1.	423 1.	505 2.	667 6.	612 6	716 7.	796 5	463 6.	433 6.	455 8.	500 7.	725 8	853 8.	.	790 8.	761 9.	806 9.	722 9.	680 10.
1831	III.	.	.	.	.	505 19.	571 19.	606 20.	708 20.	712 21.	401 11.	350 22.	350 22.	407 22.	365 19.	667 19.	.	628 19.	617 19.	654 20.	607 20.	596 20.
1831	VI.	487 18.	438 18.	484 8.	471 8.	583 9.	724 10.	693 10.	793 11.	802 12.	490 12.	395 13.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1831	VII.	442 2.	405 3.	457 3.	458 3.	562 4.	709 4.	693 4.	800 5.	808 6.	495 6.	408 7.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Digitized by Google

Eintritt Jahr	Monat	Waldshut	Basel	Altbreisach	Rheinau	Kehl	Plittersdorf	Maxau	Speyer	Mannheim	Worms	Oppenheim	Mainz	Bingen	Coblenz	Linz	Bonn	Cöln	Düsseldorf	Ruhrort	Wesel	Emmerich
1831	VIII.	496 10.	465 10.	484 11.	475 11.	562 11.	679 12.	645 12.	746 13.	715 14.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1831	IX.	535 5.	534 5.	556 6.	497 6.	628 6.	748 7.	747 8.	833 9.	844 15.	533 15.	453 16.	358 16.	417 17.	.	.	.	.	.	.	.	.
1831	XI.	.	(336) 22.	409 23.	420 23.	469 23.	652 24.	621 24.	710 25.	706 25.	397 26.	340 26.	.	.	541 25.	628 25.	.	612 25.	589 25.	683 24.	612 25.	594 26.
1832	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	607 14.	706 14.	.	659 15.	630 15.	649 16.	586 16.	581 16.
1833	IX.	484 20.	444 21.	484 21.	458 21.	547 22.	703 23.	630 23.	721 24.	691 24.	419	363	350	415 15.	.	.	.	.	.	.	.	.
1833	XII.	442 24.	405 24.	466 25.	448 25.	514 26.	733 26.	693 26.	785 27.	814 28.	516 28.	480 29.	460 29.	527 29.	774 27.	845 27.	.	819 27.	779 28.	819 28.	727 29.	704 29.
1834	I.	478 1.	444 1.	490 2.	464 2.	577 3.	745 3.	729 3.	810 4.	841 5.	540 6.	500 6.	458 6.	512 6.	727 3.	845 5.	790 5.	811 5.	777 5.	829 6.	735 6.	704 7.
1834	I.	460 20.	429 20.	484 21.	464 21.	586 21.	751 22.	729 22.	810 23.	835 24.	534 24.	470 25.	413 25.	472 26.	651 23.	759 23.	691 26.	730 26.	706 26.	769 27.	683 27.	664 28.
1836	XI.	451 6.	405 6.	484 7.	456 7.	508 8.	703 8.	660 8.	737	(664) 9.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1836	XII.	466 2.	426 2.	493 2.	459 3.	517 3.	742 4.	690 4.	782	805 6.	493 10.	433 10.	387 11.	417 11.	727 12.	845 12.	740 12.	779 12.	745 12.	772 13.	693 13.	667 13.
1837	V.	460 17.	426 17.	490 18.	454 18.	520 18.	688 21.	651 19.	743 20.	742 21.	426 21.	378 22.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1837	VII.	454 22.	423 22.	472 22.	451 23.	508 23.	688 23.	633 24.	731 25.	715 25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1838	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	450 27.	530* 28	.	.	.	660 22.	649 15.	.	.	.
1838	VI.	.	(366) 8.	442 8.	429 9.	490 9.	658 9.	594 10.	685	700 11.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1839	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	378 28.	437 28.	620 26.	714 26.	664 26.	673 27.	646 27.	680 27.	623 28.	617 28.
1839 bis 40	XII. I.	.	(306) 29.	412 30.	402 30.	469 30.	673 31.	618 31.	705 1.	724 31.	400 31.	.	.	.	586 30.	672 30.	599 30.	643 31.	607 31.	638 31.	581 1.	589 1.
1840	I.—II.	.	(336) 30.	406 30.	411 30.	472 31.	649 1.	600 1.	705	682 2.	360 2.	.	.	.	570 30.	662 30.	583 30.	630 31.	602 31.	654 31.	596 31.	596 1.
1840	XI.	.	(348) 18.	433 16.	426 19.	508 16.	652 17.	617 17.	694	703 22.	393 22.	.	.	.	596 23.	691 24.	615 23.	655 23.	617 23.	651 24.	599 24.	591 24.
1841	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	820 17.	388 19.	395 19.	395 19.	562 15.	664 18.	816 18.	738 18.	782 18.	719 20.	793 19.	704 20.	683
1841	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	562 15.	649 14.	589 15.	633 15.	602 15.	662 15.	609 15.	604 16.
1842	IV.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(343) 4.	405 4.	617 4.	722 4.	628 4.	674 4.	636 5.	672 5.	612 5.	604 6.
1842	XI.	430 17.	450 18.	496 18.	457 18.	529 18.	655 19.	630 19.	658	(649) 21.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1843	I.—II.	.	(303) 30.	487 31.	445 31.	520 31.	661 1.	654 2.	714 2.	724 3.	405 3.	383 3.	363 3.	422 4.	552 1.	636 1.	549 31.	625 1.	586 1.	651 1.	581 2.	583 2.
1843	VII.	484 12.	441 12.	505 12.	482 13.	538 13.	619 14.	648 15.	725	730 16.	413 16.	375 17.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1843	VIII.	.	(390) 6.	448 7.	464 7.	508 7.	607 8.	624 8.	690	700 9.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1843	X.	475 17.	435 17.	493 17.	476 18.	526 18.	640 19.	660 20.	718	742 20.	416 21.	379 22.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1844	II. bis III.	.	(321) 22.	442 28.	431 28.	493 28.	604 29.	618 29.	673	736 28.	425 29.	418 29.	408 29.	475 29.	824 28.	939 29.	863 29.	855 29.	808 29.	829 1.	735 2.	698 2.
1844	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	541 14.	628 14.	575 14.	611 14.	583 14.	633 14.	591 15.	589 15.
1844	VIII.	499 17.	477 17.	544 18.	486 18.	577 19.	670 19.	702 20.	776	772 21.	441 22.	406 22.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1845	III.	.	(297) 30.	421 30.	412 30.	502 31.	592 31.	630 31.	712 31.	862 29.	558 31.	529 31.	573 31.	620 31.	913 30.	1051 30.	923 31.	934 31.	853 31.	871 1.	811 2.	745 2.

*) Ein zweiter, höherer Scheitel der gleichen Anschwellung folgt in Bingen am 2. März mit 567 cm.

Digitized by Google

Eintritt Jahr	Eintritt Monat	Waldshut	Basel	Altbreisach	Rheinau	Kehl	Plittersdorf	Maxau	Speyer	Mannheim	Worms	Oppenheim	Mainz	Bingen	Coblenz	Linz	Bonn	Cöln	Düsseldorf	Ruhrort	Wesel	Emmerich
1845	IV.	.	.	.	.	.	.	.	715 1.	793 1.	344 4.	354 4	353 4.	402 4.	.	.	.	.	.	.	.	.
1845	VI.	457 21.	411 21.	466 22.	459 21.	556 22.	589 23.	660 23.	726	766 24.	456	418	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1845	XII.	.	(390) 18.	481 18.	432 18.	523 19.	571 20.	627 20.	665 .	(694) 21.	.	.	.	.	549 22.	633 22.	565 22.	609 22.	573 23.	625 23.	570 23.	560 24.
1845 bis 46	XII. bis I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	662 31.	765 31.	659 31.	732 31.	701 1.	753 1.	691 2.	659 2.
1846	I.—II.	.	(360) 27.	466 28.	421 28.	520 28.	598 29.	657 30.	732 30.	793 31.	483 31.	475 1.	438 31.	515 31	769 28	895 28.	790 28.	828 28.	800 29.	840 29.	756 30.	704 31.
1846	II.	.	(309) 3.	412 3.	405 3.	502 1.	577 1.	645 2.	722 2.	784 7.	481 8.	458 8.	435 9.	502 9.	.	.	.	.	.	.	.	.
1846	IV.	.	(306) 7.	409 7.	401 7.	490 8.	550 9.	612 9	669	700 10.	393 10.	384 10.	350 10.	412 10.	541 8.	743 9.	654 9.	711 9.	683 9.	706 10.	641 10.	625 11.
1846	VIII.	520 24.	474 24.	538 25.	479 25.	568 26.	598 26.	648 27.	681	(685) 28.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1846	IX.	523 31.	486 1.	544 1.	475 1.	583 2.	616 3.	666 3.	723	727 5.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1847	II.	.	.	.	.	.	.	555 19	603 19.	733 19.	433 20.	413 21.	388 22.	455 22.	688 20.	806 20.	722 20.	766 20.	727 21.	759 21.	670 22.	636 22.
1847	IV.	.	(357) 9.	505 10.	422 10.	526 11.	580 11.	645 11.	683 12.	721 12.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1847	VI.	484 21.	432 21.	502 21.	467 22	541 22.	574 23.	627 23.	669	(676) 24.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1848	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	617 4.	709 4.	628 4.	681 4	646 4	675 4.	612 5.	599 5.
1848	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	549 13.	633 13.	568 13.	612 13	581 14.	615 14.	555 14.	555 14
1848	IV.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	623 23.	732 23.	643 23.	700 24.	666 24.	701 25.	628 26.	612 26.
1849	I.	442 15.	435 15.	559 15.	476 16.	568 16.	541 16.	687 17.	728 18.	748 16.	443 16.	415 17.	383 18.	447 19.	638 17.	732 17.	643 17.	700 17.	651 17.	677 18.	617 18.	594 19.
1849	VI.	487 18.	450 15.	520 16.	498 19.	583 19.	592 20.	669 20.	740 21.	736 22.	428 22.	398 22.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1850	II.	.	(360)	481 3.	434 3.	541 4.	613 4.	699 5.	762 6.	841 5.	540 5.	496 6.	505 6.	570 7.	879 5.	1024 5.	902 5.	929 5.	868 5.	889 6.	798 7.	730 7.
1850	VI.	463 9.	405 9.	499 10.	434 10.	553 10.	526 11.	606 12.	651 12.	(649) 13.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1851	III. bis IV.	.	.	(232) 30.	422 30.	502 30.	562 31.	624 31.	698	736 1.	435 2.	428 2.	388 2.	442 2.	680 1.	787 1.	701	752 2.	707 2.	738 2.	672 3.	638 4.
1851	VIII.	520 2.	525 2.	583 2.	537 3.	655 3.	658 4.	762 5.	843 6.	859 6.	546 6.	501 7.	418 6.	470 7.	523 7.	.	.	.	.	.	.	.
1851	IX.	466 4.	432 4.	481 5.	458 5.	532 5	568 6.	663 6.	731 7.	718 5.	433 8.	406 8.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1851	X.	.	.	.	.	.	.	582 IX 30	646	709 1.	413 1.	393 1.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1852	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	378 8.	440 8.	667 8.	766 8.	643 9.	744 8.	704 9.	751 9.	691 9.	654 10.
1852	VIII.	481 11.	453 11.	517 11.	485 12.	571 12.	586 24.	693 24.	758 25.	769 25.	445 26.	423 26.	(318) 26.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1852	IX.	634 18.	666 18.	607 18.	557 19.	673 19.	694 21.	798 21.	845 22.	856 23.	539 23.	495 23.	378 24.	425 25.	497 25.	.	.	.	.	.	.	.
1853	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	566 15.	636 15.	578	623 16.	570 16.	596 16.	544 17.	539 17.
1853	IV.	.	(375) 6.	469 7.	436 7.	487 7.	559 8.	639 8.	684 9.	700 9.	390 9.	389 10.	(325) 10.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1853	VI.	.	(360) 1.	448 1.	405 1.	511 1.	532 1.	600 3.	673	712 7.	414 8.	400 8.	(318) 8.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1853	VII.	478 3.	435 3.	496 3.	454 4.	555 4.	574 5.	681 5.	745 6.	766 6.	455 7.	438 7.	360 7.	402 7.	(470) 7.	.	.	.	.	.	.	.
1854	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	(679) 27.	379 27.	394 28.	380 28.	432 28.	504 28.	680 28.	612 28.	663 28.	625 28.	677 28.	630 28.	615 29.

Digitized by Google

Eintritt		Waldshut	Basel	Altbreisach	Rheinau	Kehl	Plittersdorf	Maxau	Speyer	Mannheim	Worms	Oppenheim	Mainz	Bingen	Coblenz	Linz	Bonn	Cöln	Düsseldorf	Ruhrort	Wesel	Emmerich
Jahr	Monat																					
1855	II.	.	.	.	.	.	.	.	630	784 6.	323 7.	420 7.	498 7.	675 9.	.	.	.	.	.	.	.	.
1855	III.	.	.	.	(380) 4.	454 5.	550 5.	606 5.	664 6.	715 5.	410 6.	429 6.	428 6.	480 6.	685 4.	791	711	753 5.	675 5.	905 2.	882 3.	753 5.
1856	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	350 28.	415 28.	569 28.	649 28.	589	628 28.	577 29.	612 29.	552 29.	565 1.
1856	V.	.	(390) 17.	475 17.	458 18.	562 18.	616 19.	675 19.	746 19	754 18.	449 20.	431 20.	(340) 21.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1856	VI.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	545	646	586	622 2.	578 3.	633	573	565 4.
1860	IV.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	385 3.	422 4.	600 4.	691 4.	630	670 4.	620 5.	688 5.	625 5.	612 6.
1860	IX.	487 12.	435 12.	493 13.	462 13.	574 13.	616 14.	663 15.	723 15.	721 16.	406 16.	406 16.	(320) 17.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1861	I.	421 2.	420 2.	475 2.	449 3.	529 3.	622 4.	687 4.	736 5.	736 5.	402 5.	421 6.	(335) 6.	.	583 3.	662 3.	604	636 4.	615 4	617 4.	562 4.	591 6.
1862	II.	.	(375) 1.	457 1.	451 2.	505 2.	625 2.	699 3.	753 3.	835 3.	533 3.	538 4.	538 4.	612 4	787	915	806	849 4.	804 5.	832 5.	756 6.	706 6.
1864	VI.	466 10.	429 12.	490 12.	464 13.	508 13.	505 14.	609 14	662 15.	(649) 15.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1866	VIII.	.	(399) 15.	487 15.	467 16.	529 16.	595 17.	633 18	694 18.	(682) 19.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1866	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	543 17.	620 17.	564 17.	603 17.	558 18.	604 18	557 19.	565 19.
1867	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	(673) 14.	375 14.	398 14	384 14.	427 14	594 11.	685 11.	630 11	659 11.	607 12	649 12.	591 13.	594 13.
1867	I.–II.	.	(378) 30.	487 30.	417 30.	535 31	643 31.	699 1.	758 2.	775 2.	473 2.	465 3.	425 3.	484 3	.	.	.	.	.	.	.	.
1867	II.	.	.	.	.	484 9.	550 9.	639 12.	698 13.	745 11.	451 11.	466 11.	455 11.	510 11.	742 11.	858 11.	769 11.	811 11.	760 12.	803 12.	732 12.	698 13.
1867	IV.	.	.	.	.	457 11.	553 11.	603 11.	660 12.	(691) 12.	401 12.	413 13.	400 13.	415 14.	591 12.	693 12.	643 12.	683 12.	630 12.	701 12.	659 13	630 14.
1867	IV.	.	.	.	.	.	.	.	.	706 19.	423 19.	418 19.	380 21.	425 21.	.	.	.	.	.	.	.	.
1868 bis 69	XII. bis I.	.	.	.	.	472 25.	577 25.	618 26.	665 27.	715 27.	379 27.	383 28.	350 28.	417 28.	645	745	675	715 31.	653 1.	698 1.	630 1.	625 2.
1869	XII.	.	.	.	.	.	.	.	637 4.	703 2.	370 2.	388 3.	378 3.	415 3.	.	.	.	.	.	.	.	.
1869	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	(670) 20.	315 21.	353 21.	370 22.	412 22.	574 21.	667 21.	617 21.	659 21.	605 22.	664 22.	612 22.	612 22.
1870	XI.	460 2.	423 2.	514 2.	502 3.	550 3.	637 4.	687 4.	732 5.	781 5.	449 5.	450 6.	420 5.	457 6.	599 3.	706 3.	659 3.	688 3.	628 4.	677 4.	617 4.	612 5.
1870	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	718 21.	399 21.	406 21.	400 22.	442 22.	578 22.	675 22.	628 22	667 22.	619 22.	706 22.	646 22.	636 23.
1871	IV.	.	.	-	.	460 25.	580 26.	624 25.	678 27.	742 26.	417 25.	410 26.	355 26.	402 28.	561	651 26.	589 26.	628 26.	575 27.	599 27.	547 27.	557 28.
1871	VII.	.	.	.	.	.	.	.	.	(688) VI. 30.	375 1.	395 1.	401 2.	452 2.	511 2.	599 2.	547 2.	(582) 2.	.	.	.	.
1872	V. bis VI.	529 26.	497 26.	586 27.	541 27.	640 28.	706 29.	759 29.	828 30.	853 31.	508 31.	483 31.	400 31.	437 1.	502 30.	584 30.	528 31.	(562) 30.	.	.	.	.
1872	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	523 2.	610 2.	570 2.	606 2	561 2.	589 3.	546 3.	554 3.
1874	VIII.	490 1.	425 1.	505 1.	451 2.	481 2.	568 3.	600 3.	624 4.	(637) 4.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1875	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	565 25.	656 25.	618 25.	645 25.	600 26.	649 26.	584 27.	594 27.
1875	XI.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	539 13.	624 14.	660 14.	604 14.	559 15.	583 15.	522 15.	538 16.
1875	XI.	421 12.	363 13.	487 14.	441 13.	508 14.	619 15.	666 15.	700 16.	733 10.11.12.	427 22.	416 22.	373 22.	425 24.	562 23.	660 23.	612 22.	649 22.	607 23.	664 22.	596 23.	606 24.
1876	II.	.	.	.	.	.	.	588 20.	633 20.	742 19.	433 19.	446 21.	470 21.	527 21.	733 21.	840 21.	758 21.	803 22.	741 22.	779 23.	706 23.	689 24.

Digitized by Google

Eintritt Jahr	Eintritt Monat	Waldshut	Basel	Altbreisach	Rheinau	Kehl	Plittersdorf	Maxau	Speyer	Mannheim	Worms	Oppenheim	Mainz	Bingen	Coblenz	Linz	Bonn	Cöln	Düsseldorf	Ruhrort	Wesel	Emmerich
1876	III.	.	.	.	.	508 9.	625 9.	684 10.	748 11.	838 11.	513 11.	507 11.	492 11.	574 12.	811 13.	934 13.	826 11.	876 11.	816 14.	864 15.	773 15	728 15.
1876	III.	.	(354) 12.	496 14.	451 14.	538 15.	658 16.	705 16.	767 17.	832 17.	512 18.	491 18.	458 18.	513 17.	.	.	.	.	.	.	.	.
1876	VI.	667 12.	657 13.	670 13.	588 14	670 15.	724 15.	795 16.	841 18	871 19.	536 18.	494 19.	415 19.	458 20.	.	.	.	.	.	.	.	.
1877	II.	514 12.	465 14.	568 15.	502 16.	583 16.	694 17.	759 17.	802 18.	838 19.	507 19.	492 19.	425 19.	477 19.	633 17.	736 17.	661 17.	707 18.	657 18.	679 19.	628 19	614 19.
1877	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	(688) 22.	398 22.	399 22.	363 22.	415 22.	581 23.	682 23.	622 23.	653 23.	603 23.	632 24	578 24.	569 24.
1877	IV.	.	.	.	.	.	.	.	.	703 4.	415 3.	404 4.	347 5.	399 5.	.	.	.	.	.	.	.	.
1878	V.	.	(355) 26.	444 26.	452 28.	485 27.	588 29.	625 28.	671 29.	705 29.	401 29.	392 30.	(318) 30.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1878	VI.	515 6.	444 6.	534 6.	514 7.	572 7.	612 8.	712 8.	757 9.	785 9.	464 10.	442 10.	357 11.	401 11.	.	.	.	.	.	.	.	.
1879	I.	.	.	.	.	.	601 4.	677 5.	714 6.	779 5.	463 6.	459 6.	422 6.	477 7.	661 6.	764 6.	696 6.	736 6.	692 7.	722 7.	658 8.	638 8.
1879	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	554 11.	646 12.	604 12.	649 12.	606 12.	664 12.	608 13.	604 13.
1879	VII.	.	.	.	.	476 13.	573 13.	640 14	671 15.	707 15.	399 15.	395 15.	(330) 16.	.	528 24.	610 24.	564 25.	602 25.	564 25.	588 25.	530	538 26.
1879 bis 80	XII. bis I	.	.	.	319 31.	310 3.	480 3.	675 1.	870 3.	852 3.	570 3.	503 4.	525 2.	529 5.	770 4.	878 4.	774 5.	813 5.	760 5.	780 6.	700 6.	664 7.
1880	X. bis XI.	520 28	487 28.	562 29.	559 29.	604 30.	703 31.	787 31.	823 1.	862 1.	541 2.	516 2.	467 2.	509 2.	697	794 31.	712 31.	759 31.	705 1.	720 2	655 2.	626 2.
1880	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	711 16.	425 16.	429 17.	415 18.	460 19.	701 21.	816 22.	750 22.	803 22.	754 22.	811 23.	748 23.	712 24.
1881	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	591	686 13.	628 13.	672 13.	626 13.	685 13.	635 13.	616 13.
1881	III.	.	.	.	.		.	.	.	(645) 12.	359 12.	387 12.	394 12.	441 12.	602 12.	703 12.	644 12.	698 12.	665 12.	728 12.	676 13.	648 13.
1881	IX.	630 2.	612 3.	673 3.	607 4.	662 4.	707 5.	789 6.	815 7.	832 8.	498 8.	461 8.	375 9.	407 9.	.	.	.	.	.	.	.	.
1882	IX.	.	(355) 20.	467 19.	487 20.	502 21.	612 21.	683 22.	709 23.	750 23.	444 24.	435 24.	391 24.	413 25.	610 23.	700 23.	618 23.	672 23.	604 24.	625 24.	560 24.	552 25.
1882	X.	.	(345) 4.	440 4.	444 5.	461 5.	575 6.	631 6.	667 7.	702 7.	402 5. u. 7.	402 5. u. 7.	363 5. u. 8.	385 4.	.	.	.	.	.	.	.	.
1882	XI.	.	(377) 27.	485 28.	492 28.	511 29.	630 29.	710 30.	753 30.	815 27.	519 27.	547 28.	595 28	613 28	920 28	1064 28.	920 28.	952 29.	893 29.	896 29.	790 30.	741 30
1882 bis 83	XII. bis I	560 28	560 28	620 28.	594 29.	670 29.	747 30.	825 30.	886 31.	917 29.	622 29.	562 29	593 5.	591 31.	834 31.	966 31.	856 31.	894 1.	853 2.	887 2.	804 3.	749 4
1883	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	554	640	595	628 18.	584	623	566	558 19.
1885	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	(653) 11.	369 11.	379 11.	360 11.	397 11.	558 12.	644 12.	587 12.	617 12.	580 13.	580 13.	518 13.	536 13.
1885	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	(695) 11.	399 11.	395 11.	(346) 11.	397 11.	547 10.	638 10.	519 10.	617 11.	578 11.	578 11.	519 11.	533 12.
1887	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(349) 29.	391 29.	529 28.	634 29.	590 28.	636 29.	595 29.	615 30.	544 30.	555 30.
1887	VI.	.	.	.	.	.	563 5.	630 5	662 6.	720 7.	431 7.	416 7.	357 7.	390 7.	547 7.	633 7.	574 7.	610 7.	566 7.	568 8	498 8.	520 8.
1888	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	(654) 13.	370 14.	389 14.	395 15.	433 15.	615 13.	714 14	652 14.	698 14.	657 15.	690 14.	623 15.	620 16.
1888	III.	.	.	.	.	.	.	.	.	(672) 31.	391 31.	408 31.	402 31.	433 31.	599 30.	702 30.	640 30.	690 31.	654 31.	686 31.	616 31.	617 1.
1888	VIII.	511 3.	431 3.	545 4.	524 4.	540 5.	625 6.	685 6.	718 7.	725 7.	428 8.	422 8.	368 8.	393 8.	.	.	.	.	.	.	.	.
1888	X.	510 4	440 4	556 4.	550 5.	570 5.	636 6.	715 7.	745 8	744 8.	436 8.	427 9.	360 9.	389 9.	.	.	.	.	.	.	.	.
1889	VI.	.	.	.	.	.	.	.	.	(698) 18	412 18.	403 18.	(338) 19.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1890	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	357 28	407 28	585 25.	684 25.	630 25	678 25.	633 26	670 30.	615 30.	615 31.

Digitized by Google

Eintritt Jahr	Monat	Waldshut	Basel	Altbreisach	Rheinau	Kehl	Plittersdorf	Maxau	Speyer	Mannheim	Worms	Oppenheim	Mainz	Bingen	Coblenz	Linz	Bonn	Cöln	Düsseldorf	Ruhrort	Wesel	Emmerich
1890	IX.	517 2.	432 1.	544 2.	554 3.	555 3.	632 4.	713 5.	738 6.	742 6.	432 6.	420 7.	355 7.	386 7.	(417) 8.	.	.	.	.	.	.	.
1890	XI.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	527 27.	619 26.	564 26.	609 27.	577 27.	650 25.	616 27.	617 27.
1892	I.	.	.	.	.	448 1.	591 2.	646 2.	672 3.	712 3.	415 3.	421 3.	395 4.	432 4.	600 3.	698 3.	630 3.	675 3.	634 4.	649 4.	588 4.	588 5.
1893	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	(622) 4.	354 4.	379 4.	380 4.	417 4.	615 2.	702 4.	636 4.	684 4.	646 4.	664 4.	598 5.	600 5.
1893	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	551 13.	651 13.	592 13.	642 13.	607 14.	636 14.	580 14.	585 15.
1895	III.	.	.	.	.	448 30.	587 31.	651 31.	693 31.	714 30.	424 30.	445 31.	448 30.	478 30.	685 30.	792 30.	713 30.	762 31.	731 1.	748 31.	674 1.	653 2.
1896	III.	.	(393) 10.	509 11.	545 11.	555 12.	682 12.	761 12.	826 13.	844 13.	529 13.	512 14.	480 14.	508 14.	683 13.	797 13.	692 12.	750 13	719 13.	722 14.	650 14.	639 15.
1897	II.	.	(373) 4.	503 4.	518 4.	515 5.	624 6.	690 6.	704 7.	731 8.	441 8.	448 8.	422 8.	470 8.	676 8.	794 8.	705 8.	757 8.	723 9.	726 9.	652 10.	640 10.
1897	IX.	529 8.	440 8.	529 8.	556 9.	542 10.	647 10.	726 11.	748 12.	733 12.	442 12.	433 13.	369 13.	395 13.	(470) 11.	.	.	.	.	.	.	.
1899	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	(697) 18.	409 18.	413 19	372 19.	413 19.	574 19.	680 19.	607 19.	653 19.	618 19.	639 20.	591 20.	600 21.
1900	I.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	529 21.	633 21.	558 22.	600 22.	560 23.	576 24.	535 24.	557 25.
1900	II.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	569 21.	682 21.	603 21.	653 21.	614 22.	645 22.	594 22.	605 22.
1900	XII.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	548 9.	652 9.	570 10.	618 10.	566 12.	580 10.	528 11.	558 11.

14. Höhen und zeitliche Folge gleichwertiger Rheinstände.

Zwischen Waldshut und Mainz.

Waldshut	Basel		Altbreisach		Rheinau		Kehl		Maxau		Speyer		Mannheim		Frankenthal		Oppenheim		Mainz	
Höhe	später als Wht.	Höhe	später als Basel	Höhe	später als Altbr.	Höhe	später als Rhn.	Höhe	später als Kehl	Höhe	später als Maxau	Höhe	später als Speyer	Höhe	später als Mhm.	Höhe	später als Fkthl.	Höhe	später als Opph.	Höhe
cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm
200	7	104	5	198	4	226	4	227	11	348	8	287	8	273	1	260	13	70	7	41
205	7	109	5	204	4	231	4	232	11	353	8	293	8	279	1	267	13	76	7	48
210	7	114	5	210	4	236	4	237	12	357	8	298	8	285	1	271	13	79	7	51
215	7	120	5	217	4	242	4	243	12	363	8	305	8	291	1	279	13	86	7	56
220	7	124	5	222	4	246	4	247	12	366	8	309	8	296	1	283	13	90	7	58
225	7	130	5	229	4	252	4	252	12	372	8	316	8	302	1	290	13	96	7	64
230	7	135	5	235	4	257	4	258	12	376	8	321	8	307	1	295	13	100	7	67
235	7	140	5	240	4	262	5	263	12	381	8	327	8	313	1	301	13	106	7	71
240	6	145	5	246	4	267	5	268	12	385	8	332	8	318	1	306	13	110	7	74
245	6	151	5	253	4	272	5	273	12	391	8	340	8	326	1	313	12	116	7	79
250	6	156	5	259	5	277	5	278	12	395	8	344	8	330	1	318	12	120	7	82
255	6	161	5	265	5	282	5	283	12	400	8	350	8	336	1	324	12	126	7	86
260	6	166	5	271	5	287	5	288	12	404	9	356	8	342	1	329	12	130	7	90
265	6	171	5	276	5	292	5	293	12	409	9	362	8	348	1	335	12	135	7	94
270	6	176	5	282	5	297	5	298	12	413	9	368	8	354	1	340	12	140	6	97
275	6	182	5	289	5	302	5	304	12	418	9	374	8	360	1	346	12	144	6	101
280	6	187	5	295	5	308	5	309	12	423	9	380	8	366	1	352	12	150	6	106
285	6	192	5	301	5	312	5	314	12	427	9	386	8	372	1	358	12	155	6	109
290	6	197	5	306	5	317	5	319	12	432	9	393	8	379	1	364	12	160	6	113
295	6	202	5	312	5	322	5	324	13	436	9	398	8	384	1	369	12	164	6	116

Digitized by Google

Waldshut	Basel		Altbreisach		Rheinau		Kehl		Maxau		Speyer		Mannheim		Frankenthal		Oppenheim		Mainz	
Höhe	später als Wht	Höhe	später als Basel	Höhe	später als Altbr	Höhe	später als Rhn	Höhe	später als Kehl	Höhe	später als Maxau	Höhe	später als Speyer	Höhe	später als Mhm.	Höhe	später als Fkthl	Höhe	später als Opph.	Höhe
cm	Stdn.	cm	Stdn	cm	Stdn.	cm	Stdn	cm	Stdn	cm	Stdn.	cm	Stdn	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm
300	6	207	5	318	5	327	5	329	13	441	9	404	8	390	1	375	12	169	6	120
305	6	212	5	324	6	332	5	334	13	446	9	411	8	396	1	381	12	172	6	124
310	6	217	5	330	6	337	5	340	13	450	9	416	8	401	1	386	12	178	6	128
315	6	223	5	337	6	343	5	346	14	455	9	423	8	407	1	392	12	184	6	132
320	6	228	5	343	6	348	5	351	14	460	9	429	8	413	1	398	12	188	6	136
325	6	233	5	349	6	353	5	354	14	464	9	434	8	418	1	403	12	193	6	139
330	6	238	5	354	6	357	5	359	14	469	9	441	8	425	1	409	12	198	6	142
335	6	243	5	360	7	362	5	364	14	473	9	446	8	429	1	413	12	201	6	146
340	6	248	5	366	7	367	5	369	14	478	9	452	8	435	1	420	12	207	6	150
345	6	253	5	372	7	372	6	374	14	482	10	458	8	441	1	424	12	210	6	153
350	6	259	6	379	7	378	6	380	14	487	10	464	8	446	1	430	12	215	6	157
355	6	264	6	385	7	383	6	385	14	492	10	470	8	452	1	436	12	220	6	162
360	5	269	6	390	7	387	6	390	15	496	10	475	8	457	1	441	12	224	5	164
365	5	274	6	396	8	392	6	395	15	501	10	481	8	462	1	447	12	230	5	168
370	5	279	6	402	8	397	6	399	15	505	11	486	7	467	1	452	12	234	5	172
375	5	285	6	407	9	402	6	404	15	510	11	492	7	473	1	457	12	238	5	176
380	5	290	6	411	9	406	6	407	15	515	11	498	7	478	1	463	12	242	5	180
385	5	295	7	415	9	410	6	411	15	519	11	502	7	482	1	468	12	246	5	183
390	5	300	7	419	9	414	7	414	16	523	11	507	7	487	1	473	12	250	5	186
395	5	305	7	423	9	418	7	418	16	527	11	512	7	492	1	477	12	254	5	189
400	5	310	7	428	10	422	7	422	16	532	11	518	7	497	1	483	12	259	5	193
405	5	316	7	433	11	426	7	426	16	536	11	522	7	501	1	488	12	262	5	196
410	5	321	7	437	11	431	8	430	16	541	11	528	7	507	1	494	12	267	5	200
415	5	326	8	441	11	435	8	434	17	545	12	533	7	511	1	498	12	270	5	203
420	5	331	8	445	11	438	8	437	17	549	12	538	7	516	1	503	12	274	5	206
425	5	337	8	450	12	443	8	442	18	554	12	543	7	521	1	509	12	279	5	210
430	5	342	9	454	12	447	9	446	18	559	12	549	8	526	1	515	12	284	5	214
435	5	347	9	459	13	451	9	449	18	563	12	554	8	531	1	520	12	288	5	217
440	5	352	10	463	13	455	9	453	19	567	12	558	8	535	1	524	12	291	5	220
445	5	357	10	467	14	459	9	456	19	571	13	563	8	539	1	529	12	295	5	223
450	5	362	10	471	14	463	10	460	19	576	13	568	8	544	1	535	12	299	5	227
455	5	368	11	476	14	468	10	464	20	581	13	574	8	550	1	541	12	304	5	231
460	5	373	11	480	15	472	10	468	20	585	13	578	8	554	1	546	12	308	5	234
465	5	378	11	485	15	476	10	472	21	589	13	583	8	558	1	551	12	312	5	237
470	5	383	11	489	15	479	10	475	22	594	14	588	8	563	1	556	12	316	5	241
475	5	388	12	493	15	483	10	479	23	598	14	593	8	568	1	561	12	320	5	244
480	5	393	12	497	15	487	11	483	23	602	14	597	8	572	1	565	12	323	5	247
485	5	399	12	501	15	492	11	487	24	606	15	602	8	578	1	570	12	326	5	250
490	5	404	12	504	15	496	11	491	24	610	15	607	8	584	1	575	12	330	5	253
495	5	409	12	507	15	499	11	494	25	614	15	611	8	589	1	579	12	334	5	256
500	5	414	12	511	15	503	12	498	25	617	15	615	8	593	1	583	12	337	5	259
505	5	419	12	514	15	507	12	501	25	621	16	619	8	598	1	588	12	340	5	262
510	5	424	12	517	15	510	12	505	25	625	16	624	9	603	1	592	12	344	5	265
515	5	430	12	521	15	515	13	509	25	629	16	628	9	608	1	597	12	347	5	268
520	5	437	12	528	15	520	13	514	26	634	16	634	9	615	1	603	12	351	5	272

Digitized by Google

Waldshut	Basel		Altbreisach		Rheinau		Kehl		Maxau		Speyer		Mannheim		Frankenthal		Oppenheim		Mainz	
Höhe	später als Wht.	Höhe	später als Basel	Höhe	später als Altbr.	Höhe	später als Rhn.	Höhe	später als Kehl	Höhe	später als Maxau	Höhe	später als Speyer	Höhe	später als Mhm.	Höhe	später als Fkthl.	Höhe	später als Opph.	Höhe
cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm
525	5	445	12	531	15	526	14	519	26	640	16	641	9	623	1	609	12	355	5	276
530	5	453	12	536	15	533	14	525	26	646	17	648	9	631	1	616	12	360	5	281
535	5	461	12	541	15	539	14	531	26	652	17	655	9	640	1	623	12	365	5	286
540	5	469	12	547	15	545	15	536	27	657	17	661	9	647	1	629	12	369	5	290
545	5	477	12	552	15	551	15	542	27	663	17	668	10	655	1	635	12	374	5	294
550	5	485	12	557	15	557	15	547	28	669	17	675	10	663	1	642	12	378	5	299
555	5	493	13	562	15	563	15	553	29	675	17	682	10	672	1	649	12	383	5	304
560	5	501	13	568	15	569	16	559	29	681	18	689	10	680	1	656	12	388	5	308
565	6	509	13	573	15	575	16	564	29	687	18	696	10	688	1	663	12	392	5	313
570	6	517	13	578	15	581	16	570	29	693	18	703	11	696	1	670	12	397	5	317
575	6	525	13	583	15	587	16	576	29	698	18	709	11	703	1	676	13	401	5	321
580	6	533	13	589	15	595	16	581	29	704	18	716	11	711	1	683	13	405	5	326
585	6	541	13	594	15	599	16	587	30	710	19	723	11	719	1	690	13	410	5	330
590	6	549	13	599	15	605	16	593	30	716	19	730	11	728	1	697	13	414	5	335
595	6	557	13	604	15	611	16	598	30	722	19	737	12	736	1	704	13	419	5	340
600	6	565	13	609	15	618	16	604	30	728	19	744	12	744	1	711	13	424	5	344
605	6	573	13	615	15	624	17	610	30	734	19	751	12	752	1	718	13	428	5	349
610	6	581	13	620	15	630	17	615	30	739	19	757	12	759	1	724	13	432	5	351
615	6	589	13	625	15	636	17	621	30	745	20	764	12	767	1	731	13	437	5	354
620	7	597	13	630	15	642	17	627	30	751	20	771	13	776	1	738	13	442	5	356
625	7	606	13	636	15	649	17	633	30	757	20	778	13	784	1	745	14	446	5	359
630	7	613	13	641	15	654	17	638	31	763	20	785	13	792	1	752	14	451	5	361
635	7	622	13	646	15	661	17	644	31	769	20	792	13	800	1	759	14	456	5	364
640	7	630	13	652	15	667	17	650	31	775	20	799	14	808	1	766	14	460	5	366
645	7	638	13	657	15	673	17	656	31	781	21	806	14	816	1	773	14	465	5	368
650	7	646	13	662	15	679	17	662	31	787	21	813	14	824	1	780	14	470	5	371
655	7	654	13	667	15	685	18	667	31	792	21	819	15	832	1	786	14	474	5	373
660	7	662	13	673	15	691	18	673	31	798	21	826	15	840	1	793	14	478	5	377
665	7	670	13	678	15	698	18	679	31	804	22	833	15	848	1	800	15	483	5	381
670	7	678	13	683	15	704	18	684	31	810	22	840	15	856	1	807	15	488	5	386
														860	1	810	15	490	5	388
														865	1	814	15	492	5	391
														870	1	819	15	495	5	394
														875	1	823	15	498	5	397
														880	1	827	15	501	5	400
														885	1	832	15	504	5	403
														890	1	836	15	507	5	406
														895	1	840	15	510	5	409
														900	1	844	15	512	5	412
														905	1	849	16	515	5	415
														910	1	853	16	518	5	418
														915	1	857	16	521	6	421
														920	1	861	16	523	6	424
														925	1	866	16	526	6	427
														930	1	870	16	529	6	430

Digitized by Google

Zwischen Mainz und Emmerich.

Mainz	Bingen		Boppard		Coblenz		Andernach		Linz (Ariendorf)		Cöln		Düsseldorf		Ruhrort		Rees		Emmerich	
Höhe	später als Mainz	Höhe	später als Bgn.	Höhe	später als Bppd.	Höhe	später als Cblz	Höhe	später als Andn	Höhe	später als Linz	Höhe	später als Cöln	Höhe	später als Dssdf	Höhe	später als Rhr.	Höhe	später als Rees	Höhe
cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm
44	5	102	8	141	5	131	4	143	3	108	9	98	10	82	7	28	17	1	9	17
48	5	106	8	146	5	138	4	117	3	113	9	102	10	86	7	32	17	3	9	21
51	5	109	8	149	4	140	4	150	3	116	9	105	10	89	7	35	17	7	9	24
56	5	113	8	155	4	145	4	155	3	121	9	110	10	94	7	41	17	12	9	29
58	5	116	8	157	4	147	4	157	3	123	9	112	10	96	7	43	17	14	9	31
64	5	120	8	164	4	152	4	163	3	130	9	118	10	101	7	49	17	21	9	37
67	5	123	8	168	4	155	4	166	3	133	9	121	10	104	7	52	17	25	9	41
71	5	127	8	172	4	159	4	170	3	137	9	125	10	108	7	56	17	29	9	45
74	5	129	8	176	4	161	4	173	3	141	9	128	10	111	7	60	17	32	9	48
79	5	133	8	181	4	166	4	178	3	146	9	133	9	116	7	64	17	38	9	53
82	5	136	7	185	4	169	4	181	3	149	9	136	9	119	7	68	17	42	9	56
86	5	140	7	189	4	172	4	185	3	153	9	140	9	122	7	72	17	46	9	60
90	5	144	7	194	4	176	4	189	3	158	9	144	9	126	7	76	17	50	8	64
94	5	147	7	199	4	180	4	103	3	162	9	148	9	130	7	80	17	55	8	68
97	5	150	7	202	4	182	4	196	3	166	9	151	9	133	7	83	17	58	8	71
101	5	154	7	207	4	186	4	200	3	170	9	155	9	137	7	87	17	62	8	75
106	5	158	7	213	4	190	4	205	3	176	9	160	9	142	7	92	17	68	8	80
109	5	161	7	217	4	193	4	209	3	180	9	164	9	146	7	97	17	72	8	84
113	5	164	7	221	4	197	4	213	3	184	9	168	9	150	7	101	17	77	8	88
116	4	167	7	225	4	200	4	217	3	188	9	172	9	154	6	105	17	81	8	92
120	4	171	7	230	4	204	4	223	3	195	9	178	9	160	6	111	17	88	8	98
124	4	174	7	234	4	208	4	228	3	200	9	183	9	164	6	116	16	94	8	103
128	4	178	7	238	4	211	4	233	3	205	9	188	9	169	6	122	16	100	8	108
132	4	182	7	243	4	215	4	238	3	211	9	193	9	174	6	127	16	105	8	114
136	4	185	7	248	4	219	4	244	3	217	9	199	9	180	6	133	16	112	8	120
139	4	188	7	251	4	221	4	248	3	221	9	203	9	183	6	137	16	117	8	124
142	4	191	7	254	4	224	4	251	3	225	9	206	9	187	6	140	16	120	8	127
146	4	194	6	259	4	228	4	257	3	231	9	212	9	192	6	146	16	127	8	133
150	4	198	6	264	4	231	4	262	3	237	9	217	9	197	6	152	16	133	7	138
153	4	200	6	267	4	234	4	267	3	242	9	222	9	202	6	157	16	138	7	143
157	4	204	6	272	4	238	4	271	3	246	9	226	9	206	6	161	16	143	7	147
162	4	208	6	278	4	242	4	279	3	255	9	231	9	214	6	170	16	152	7	155
164	4	210	6	280	4	244	4	281	3	257	9	236	9	216	6	172	16	154	7	158
168	4	214	6	284	4	248	4	286	3	263	9	241	9	221	6	177	16	159	7	163
172	4	218	6	289	4	252	4	290	3	267	9	245	9	225	5	181	16	164	7	166
176	4	221	6	294	4	255	4	294	3	271	9	249	9	229	5	185	16	169	7	171
180	4	225	6	298	4	259	4	298	3	275	8	253	9	232	5	190	15	173	7	175
183	4	228	6	302	4	262	4	302	3	280	8	257	9	236	5	194	15	178	7	179
186	4	230	6	305	4	265	4	304	3	282	8	259	9	239	5	196	15	180	7	181
189	4	233	6	309	4	268	4	307	3	285	8	262	9	241	5	199	15	183	7	184
193	4	236	6	313	4	271	4	312	3	291	8	267	9	246	5	204	15	189	7	189
196	4	239	6	317	4	274	4	315	3	294	8	270	9	249	5	207	15	192	7	192
200	4	243	6	321	4	278	4	319	3	298	8	274	9	253	5	211	15	197	7	196
203	4	245	6	325	4	280	4	322	3	301	8	277	9	257	5	215	15	200	7	200
206	4	248	6	329	4	283	4	325	3	305	8	280	9	259	5	218	15	204	7	203

Digitized by Google

Mainz	Bingen		Boppard		Coblenz		Andernach		Linz (Ariendorf)		Cöln		Düsseldorf		Ruhrort		Rees		Emmerich	
Höhe	später als Mainz	Höhe	später als Bgn.	Höhe	später als Bppd	Höhe	später als Cblz.	Höhe	später als Andn.	Höhe	später als Linz	Höhe	später als Cöln	Höhe	später als Dssdf	Höhe	später als Rhr.	Höhe	später als Rees	Höhe
cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm
210	4	252	6	333	4	287	4	330	3	310	8	285	9	263	5	223	15	209	7	208
214	4	255	6	338	4	290	4	333	3	313	8	288	9	266	5	226	15	213	7	211
217	4	258	6	341	4	293	4	337	3	318	8	292	9	270	5	230	14	218	7	215
220	4	261	6	345	4	296	4	340	3	321	8	295	9	273	5	233	14	221	7	218
223	4	264	6	348	4	298	4	343	3	324	8	298	9	276	5	236	14	224	7	221
227	4	267	6	353	4	302	4	347	3	328	8	302	8	280	5	240	14	228	7	225
231	4	271	6	358	4	305	4	351	3	333	8	306	8	284	5	244	14	233	7	229
234	4	273	6	361	4	308	4	354	3	336	8	309	8	287	5	248	14	237	7	231
237	4	276	6	365	4	311	4	357	3	339	8	312	8	290	5	251	14	240	7	235
241	4	280	6	369	4	315	4	361	3	343	8	316	8	294	5	255	14	245	7	239
244	4	283	6	372	4	317	4	364	3	346	8	319	8	297	5	258	14	248	6	242
247	4	285	5	376	4	320	4	367	3	350	8	322	8	300	5	261	14	251	6	246
250	4	288	5	379	4	322	4	371	3	354	8	326	8	304	5	265	14	256	6	250
253	4	291	5	383	4	325	4	374	3	357	8	329	8	307	5	269	14	260	6	253
256	4	293	5	386	4	328	4	377	3	360	8	332	8	310	5	271	14	263	6	256
259	4	296	5	390	4	331	4	380	3	364	8	335	8	312	5	275	14	266	6	259
262	4	299	5	393	4	333	4	383	3	367	8	338	8	316	5	278	14	270	6	262
265	4	302	5	397	4	336	4	387	2	371	8	342	8	320	5	282	13	274	6	266
268	4	304	5	400	4	339	4	390	2	374	8	345	8	322	4	285	13	278	6	269
272	4	308	5	405	4	342	4	391	2	378	8	349	8	326	4	289	13	284	6	273
276	4	312	5	409	4	346	4	399	2	384	8	355	8	332	4	295	13	289	6	280
281	4	316	5	415	4	351	4	404	2	389	8	360	8	337	4	300	13	295	6	285
286	4	321	5	421	4	355	3	410	2	396	8	366	8	342	4	307	13	302	6	291
290	4	324	5	425	4	358	3	415	2	401	8	371	8	347	4	312	13	308	6	296
294	4	328	5	430	4	362	3	419	2	405	8	375	8	351	4	316	13	312	6	300
299	4	333	5	436	4	366	3	425	2	412	8	381	8	357	4	321	13	319	5	306
304	4	337	5	441	4	371	3	430	2	417	8	386	8	362	4	327	13	325	5	311
308	4	341	5	446	4	374	3	435	2	422	8	391	8	367	4	333	13	331	5	316
313	4	346	5	452	4	379	3	441	2	429	8	397	8	375	4	339	13	338	5	323
317	4	349	5	457	4	382	3	446	2	435	8	402	8	378	4	344	13	343	5	327
321	4	353	5	461	4	386	3	450	2	439	8	407	8	382	4	349	13	348	5	333
326	4	358	5	466	4	390	3	456	2	445	8	413	8	388	4	353	13	355	5	339
330	4	361	5	472	4	394	3	461	2	450	8	417	8	392	4	359	13	359	5	343
335	4	366	5	477	4	398	3	466	2	456	7	423	8	398	4	365	13	366	5	349
340	4	371	5	482	4	403	3	472	2	462	7	429	8	404	4	372	12	372	5	355
344	4	374	5	487	4	407	3	476	2	466	7	433	8	408	4	376	12	377	5	359
349	4	379	5	493	4	411	3	482	2	472	7	440	8	414	4	382	12	384	5	367
351	4	381	5	495	4	413	3	484	2	474	7	442	8	416	4	386	12	387	5	369
354	4	383	5	499	4	415	3	488	2	478	7	446	8	420	4	390	12	391	5	373
356	4	385	5	501	4	418	3	491	2	481	7	448	8	422	4	392	12	394	5	375
359	4	388	5	505	4	421	3	494	2	485	7	452	8	426	4	396	12	398	5	380
361	4	390	5	507	4	423	3	497	2	488	7	455	8	429	4	400	12	401	5	383
364	4	393	5	511	3	426	3	501	2	491	7	459	8	433	4	404	12	405	5	387
366	4	395	5	513	3	428	3	503	2	494	7	461	8	435	4	406	12	407	5	389
368	4	397	5	517	3	430	3	506	2	497	7	464	8	438	4	409	12	410	5	392

Digitized by Google

Mainz	Bingen		Boppard		Coblenz		Andernach		Linz (Ariendorf)		Cöln		Düsseldorf		Ruhrort		Rees		Emmerich	
Höhe	später als Mainz	Höhe	später als Bgn	Höhe	später als Bppd	Höhe	später als Cblz.	Höhe	später als Andn.	Höhe	später als Linz	Höhe	später als Cöln	Höhe	später als Dsdf.	Höhe	später als Rhr.	Höhe	später als Rees	Höhe
cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm	Stdn.	cm
371	4	399	5	520	3	433	3	510	2	501	7	468	8	441	4	414	12	415	5	396
373	4	401	5	522	3	435	3	513	2	504	7	472	8	445	4	418	12	418	5	400
377	4	405	5	527	3	440	3	518	2	509	7	477	8	450	4	423	12	421	5	404
381	4	409	5	532	3	444	3	523	2	514	7	482	8	454	4	428	12	425	5	408
386	4	414	5	538	3	449	3	530	2	522	7	489	8	461	4	436	12	431	5	415
388	4	416	5	541	3	451	3	533	2	525	7	492	8	464	4	439	12	433	5	418
391	4	418	5	544	3	455	3	537	2	529	7	496	8	467	4	443	12	436	5	421
394	4	421	5	548	3	458	3	541	2	533	7	500	8	471	4	448	12	439	5	424
397	4	424	5	552	3	461	3	545	2	537	7	504	8	474	4	452	12	442	5	428
400	4	428	5	555	3	464	3	549	2	542	7	509	8	479	4	457	12	446	5	432
403	4	430	5	559	3	467	3	553	2	546	7	514	8	482	4	462	12	450	5	437
406	4	433	5	563	3	470	3	557	2	550	7	517	8	487	4	466	12	453	5	439
409	4	435	5	567	3	474	3	561	2	554	7	521	8	490	4	470	12	455	5	443
412	4	438	5	571	3	477	3	566	2	559	7	526	8	495	4	475	12	459	5	447
415	4	441	5	574	3	480	3	569	2	562	7	529	8	498	4	478	12	462	5	450
418	4	444	5	579	3	484	3	574	2	567	7	534	8	502	4	484	12	466	5	454
421	4	447	5	584	3	488	3	578	2	572	7	538	8	506	4	488	12	469	5	458
424	4	450	5	589	3	492	3	582	2	576	7	541	8	509	4	491	12	471	5	460
427	4	453	5	594	3	495	3	587	2	581	7	547	8	514	4	497	12	475	5	465
430	4	456	5	598	3	499	3	590	2	584	7	550	8	517	5	500	12	478	5	467
435	4	461	5	607	3	506	3	597	2	591	7	557	8	523	5	508	12	482	5	472
440	4	465	5	614	3	512	3	604	2	598	7	564	8	530	5	515	12	488	5	478
445	4	470	5	622	3	519	3	610	2	605	7	570	8	535	5	522	12	493	5	482
450	5	475	5	630	3	525	3	618	2	613	7	578	8	543	5	530	12	500	5	488
455	5	480	5	639	3	531	3	624	2	619	7	585	8	549	5	537	12	505	5	494
460	5	484	5	647	3	538	3	630	2	626	7	591	9	555	5	544	12	510	6	498
465	5	489	5	655	3	544	3	638	2	634	7	599	9	562	5	552	12	516	6	504
470	5	494	5	663	3	551	3	644	2	640	7	605	9	568	5	559	12	520	6	509
475	5	499	5	671	3	557	3	651	2	648	7	612	9	574	5	566	12	526	6	514
480	5	503	5	680	3	563	3	657	2	653	7	619	9	581	5	573	12	531	6	519
485	5	508	5	687	3	570	3	665	2	662	7	627	9	588	6	582	13	537	6	525
490	5	513	5	695	3	576	3	671	2	668	7	633	9	594	6	588	13	542	6	530
495	5	518	5	703	3	583	3	679	2	672	7	640	9	600	6	596	13	547	6	535
500	5	522	5	711	3	589	3	685	2	683	7	646	9	606	6	602	13	552	7	540
505	5	527	5	719	3	596	3	692	2	690	7	652	9	611	6	608	13	557	7	544
510	5	532	5	727	3	602	3	699	2	697	6	659	9	618	6	616	13	562	7	549
515	5	537	5	735	3	609	3	705	2	704	6	664	9	622	6	621	14	566	7	553
520	5	541	5	743	3	615	3	712	2	711	6	671	9	629	6	629	14	572	7	558
525	5	546	5	751	3	622	3	719	2	718	6	677	10	634	6	635	14	577	8	563
530	5	551	5	759	3	628	3	726	2	726	6	683	10	640	6	641	14	581	8	567
535	5	556	5	767	3	635	3	732	2	732	6	689	10	645	6	648	15	586	8	572
540	5	561	5	775	3	641	3	739	3	739	6	695	10	651	7	654	15	591	8	577
545	5	566	5	783	3	648	3	746	3	747	6	701	10	657	7	660	15	595	8	581
550	5	570	5	791	3	653	3	752	3	753	6	707	10	662	7	667	16	600	8	586
555	6	575	5	799	3	660	3	759	3	760	6	713	10	668	7	673	16	604	8	590
560	6	580	5	807	3	666	3	766	3	767	6	720	10	674	7	680	16	610	9	596

Digitized by Google

15. Häufigkeit und Dauer der größeren Anschwellungen des Oberrheins*)

nach den Beobachtungen zu Basel von 1808—1907.

Eintritt des Hochwassers		Höchststand		Dauer des Hochwasserstandes	
Jahr	Monat	Tag	cm	von — bis	Tage
1811	VII.	7.	420	7.—9.	3
1812	II.	17.	**504**	17.—18.	2
	VII.	5.	408	5.	1
	VII.	24.	414	24.	1
	XI.	15.	477	15.	1
1813	VII.	12.	**516**	12.—14.	3
	VII.	18.	489	18.—21.	4
	VII.	26.	456	24.—27.	4
1815	III.	18.	415	18.	1
	VI.	23.	420	23.	1
	VII.	26.	450	26.	1
	VII.	9.	444	8.—9.	2
	VII.	28.	420	28.—29.	2
	VIII.	14.	420	14.—15.	2
1816	VI.	30.	459	29.—30.	2
	VII.	3	465	3.—7.	5
	VII.	13.	438	12.—14.	3
	VII.	18.	450	18.	1
	VII.	31.	474	VII. 31.-VIII. 1.	2
	VIII.	17.	402	17.	1
	IX.	10.	450	10.	1
	IX.	13.	435	13.	1
	XII.	18.	**510**	18.—19.	2
1817	III.	5.	**510**	5.—6.	2
	III.	9.	450	9.	1
	VII.	6.	**609**	VI. 22.-VII. 21.	30
	VII.	25.	429	25.	1
	VIII.	28.	402	28.	1
1819	XII.	21.	**540**	21.—24.	4
1821	VIII.	16.	**516**	12.—20.	9
1823	VII.	18.	447	18.—19.	2
1824	V.	23.	408	23.	1
	V.	25.	411	25.	1
	VIII.	26.	**540**	25.—27.	3
	X.	31.	471	29.—31.	3
	XI.	3.	**540**	1.—8.	8
1825	X.	21.	**513**	20.—21.	2
1826	VII.	26.	426	26.	1
1827	VIII.	14.	405	14.—15.	2
	VI.	8.	411	8.—9.	2
1829	IX.	27.	432	26.—27.	2
1830	VII.	18.	420	18.	1
1831	VI.	3.	414	2.—4.	3
	VI.	8.	435	8.—9.	2

Eintritt des Hochwassers		Höchststand		Dauer des Hochwasserstandes	
Jahr	Monat	Tag	cm	von — bis	Tage
1831	VI.	18.	438	18.—19.	2
	VI.	28.	405	28.	1
	VII.	3.	405	2.—3.	2
	VIII.	10.	465	10.—11.	2
	VIII.	21.	390	21.—22.	2
	IX.	5.	**534**	4.—7.	4
	IX.	10.	**510**	9.—14.	6
1833	IX.	20.	441	20.—21.	2
	XII.	24.	405	24.	1
1834	I.	1.	444	1.—2.	2
	I.	20	444	20.—21.	2
1836	XI.	6.	405	6.	1
	XII.	2.	426	1.—2.	2
	XII.	13.	420	13.	1
1837	V.	17.	426	17.—18.	2
	VII.	21.	423	21.—22.	2
1842	XI.	18	450	17.—18.	2
1843	VII	12.	441	11.—13	3
	VII.	17.	390	17.	1
	VII.	25.	402	25.	1
	VIII.	6.	390	6.	1
	X.	17.	435	17.—18.	2
1844	VIII.	17.	477	16.—18.	3
1845	VI.	21.	411	21.	1
	XII.	18.	390	18.	1
1846	VIII.	24.	474	24.—25.	2
	IX.	1.	**486**	VIII. 31.—IX. 3.	4
1847	VI.	21.	432	21.	1
1849	I.	15.	450	15.	1
	VI.	11.	396	11.—12.	2
	VI.	15.	435	15.—21.	7
1850	VI.	9.	405	9.	1
1851	VIII.	2.	**525**	1.—13.	13
	VIII.	20.	417	20.	1
	IX.	4.	432	4.—5.	2
1852	VIII.	11.	453	10.—11.	2
	VIII.	22.	408	21.—22.	2
	IX.	18.	**666**	17.—21.	5
1853	VII.	3.	435	2.—4.	3
	VII.	15.	390	15.	1
1854	VII.	9.	396	9.	1
1855	VI.	17.	399	17.—18.	2
	VI.	21.	396	21.	1
1856	V.	17.	390	17.	1

Eintritt des Hochwassers		Höchststand		Dauer des Hochwasserstandes	
Jahr	Monat	Tag	cm	von — bis	Tage
1859	XI.	1.	393	1.	1
1860	VI.	15.	381	15.—16.	2
1860	VIII.	18.	384	18.	1
	IX.	3.	420	2.—3.	2
	IX.	6.	402	6.	1
	IX.	12.	438	12.—13.	2
1861	I.	2.	420	2.	1
1864	VI.	12.	429	12.	1
1866	VIII.	15.	399	15.	1
1867	VI.	16.	393	16.—17.	2
	VI.	26.	393	26.—27.	2
	VI.	28.	396	28.	1
1870	XI.	2.	423	1.—2.	2
1872	V.	26.	**497**	25.—27.	3
	VI.	5.	393	5.	1
1874	VIII.	1.	425	1.	1
1876	III.	14.	390	14.	1
	VI.	13.	**657**	12.—23.	11
	VI.	24.	405	24.—26.	3
	VI.	28.	408	27.—30.	4
	VII.	3.	390	3.—4.	2
1877	II.	14.	459	14.—15.	2
1878	VI.	6.	445	3.—7.	5
	VI.	20.	390	20.	1
1880	X.	28.	**487**	27.—30.	4
1881	IX.	3.	**612**	2.—5.	4
1882	XI.	27.	377	27.	1
	XII.	28.	**560**	27.—29.	3
1888	VIII.	3.	431	2.—4.	3
	IX.	3.	390	3.	1
	X.	4.	440	3.—5.	3
1890	VIII.	30.	387	30.	1
	IX.	1.	432	1.—3.	3
1891	VII.	8.	385	7.—8.	2
1896	III.	10.	393	10.—11.	2
1897	II.	4.	373	4.	1
	VIII.	20.	380	20.	1
	IX.	8.	440	7.—8.	2
	IX.	17.	413	16.—17.	2
	IX.	20	385	20.—21.	2
1901	IV.	8.	376	8.	1
	IV.	11.	391	10.—11.	2
1902	V.	18.	386	18.	1
1906	V.	21.	389	20.—21.	2

*) Die untere Höhengrenze für Anschwellungen ist, entsprechend dem Herabgehen der Stromsohle in Basel, für den Zeitraum von 1808 bis 1820 zu 400 cm, von 1820—1830 zu 395, vom 1830—1840 zu 390, von 1840—1860 zu 385, von 1860—1870 zu 380, von 1870—1890 zu 375 und von da bis 1905 zu 370 cm angenommen. Die größten Hochwasserhöhen sind durch stärkeren Druck hervorgehoben.

Digitized by Google

16. Die niedrigsten und höchsten Rheinstände

seit der Einrichtung regelmäßiger Beobachtungen.

Beobachtungsort	Niedrigster Wasserstand					Höchster Wasserstand			Unterschied zwischen niedrigstem u. höchstem Wasserstand
	beobachtet			bezogen auf gleichen Zeitpunkt	bezogen auf die Zeit des Höchststandes	beobachtet			
	Eintritt		Höhe			Eintritt		Höhe	
	Jahr	Monat	cm	cm	cm	Jahr	Monat	cm	
Waldshut	1857	III.	43	43	41	1876	VI.	667	626
Basel	1858	II.	0	0	4	1852	IX.	666	662
Altbreisach	1858	I.	85	85	67	1881	IX.	673	606
Rheinau	1854	I.	102	97	104	1881	IX.	607	503
	1874	XI.	84	117					
Kehl	1848	I.	145	130	137	1852	IX.	673	536
	1893	I.	145	199					
Plittersdorf	1858	I.	151	151	150	1882	XII.	747	597
Maxau	1858	II.—III.	213	213	291	1817	VII.	882	591
Speyer	1858	III.	196	196	148	1882	XII.	886	738
Mannheim	1858	I.—III.	247	247	281	1824	XI.	943	662
	1885	I.	189	248					
Worms	1858	I.—III.	—79	—79	—79	1882	XII.	622	701
Gernsheim	1858	I.—III.	—135	—135	—141	1882	XII.	567	708
Oppenheim	1858	III.	—25	—25	—36	1824	XI.	565	601
Mainz	1858	I.—III.	—18	—18	—17	1882	XI.	595	612
Bingen	1858	I.	31	34	36	1845	III.	620	584
Bacharach	1858	III.	94	94	94	1845	III.	837	743
Coblenz	1858	I.	79	79	81	1882	XI.	920	839
	1894	I.	62	73					
Andernach	1858	I.	71	71	71	1882	XI.	1040	969
	1894	I.	40	40					
Linz	1858	I.	24	24	24	1882	XI.	1064	1040
	1894	I.	0	12					
Bonn	1853	XII.	9	5	7	1845	III.	923	916
	1858	I.—II.	29	29					
Cöln	1853	XII.	9	8	11	1882	XI.	952	941
	1858	I.	21	21					
Düsseldorf	1858	I.	16	16	25	1882	XI.	893	868
	1894	I.	0	4					
Ruhrort	1858	III.	16	16	—2	1882	XI.	896	898
	1894	I.	—50	—21					
Wesel	1858	I.—II.	—76	—76	—76	1845	III.	811	887
Emmerich	1858	II.	3	3	—43	1882	XII.	749	792
	1864	XII.	—31	—24					

Digitized by Google

17. Wasserstände und Abflußmengen zu Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim

sowie zugehörige Abflußmengen und Neckarhöhen zu Diedesheim.

Beobachtet			Gesamtwasserlieferung der Gebietsabschnitte bis zur Überflutungshöhe der Zuflüsse:									Mehrzufluß aus dem überfluteten Gebiete							Abfluß in Diedesheim	
			Ob. Neckar		Enz		Kocher		Jagst		Zuflüsse	des oberen Neckars		des Kochers		der Jagst		Zuflüsse		
Jahr	Monat	Tag	Höhe cm	Menge cbm	Höhe cm	Menge cbm	Höhe cm	Menge cbm	Höhe cm	Menge cbm	Menge cbm	Ueberflutete Höhe cm	Menge cbm	Ueberflutete Höhe cm	Menge cbm	Ueberflutete Höhe cm	Menge cbm	Menge cbm	Gesamt-Menge cbm	Höhe cm
1902	II.	19—26.	70	10	90	20	30	10	100	5	45	—	—	—	—	—	—	—	35	60
1887	IX.	1—13.	100	10	90	20	30	10	110	10	50	—	—	—	—	—	—	—	45	70
1889	VIII.	5—18.	120	30	100	20	30	10	120	10	70	—	—	—	—	—	—	—	65	90
1886	IV.	5—17.	140	40	100	20	50	20	130	20	100	—	—	—	—	—	—	—	110	130
1905	I.	7.	140	40	120	40	240	150	200 +60	80	310	—	—	—	—	60	120	120	430	310
1885	XII.	7.	140	40	190	150	250 +70	170	200 +20	80	440	—	—	70	120	20	—	120	560	370
1889	VI	22—25.	180	80	110	30	60	20	140	20	150	—	—	—	—	—	—	—	160	160
1902	III.	30.	180	80	110	30	250 +30	170	190	70	350	—	—	30	100	—	—	100	450	320
1901	XII.	26.	180	80	110	30	250 +70	170	200	80	360	—	—	70	30	—	—	30	390	290
1901	X.	10.	180	80	100	20	250 +90	170	200 +10	80	350		—	90	140	10	—	140	490	340
1888	IV.	9—13.	190	90	120	40	100	40	150	30	200	—	—	—	—	—	—	—	210	190
1903	XI.	29.	190	90	170	100	250 +110	170	200 +10	80	440	—	—	110	190	10	—	190	630	400
1897	IX.	21.	200	100	120	40	250 +10	170	200	80	390	—	—	10	—	—	—	0	390	290
1907	II.	20.	200	100	150	70	250 +50	170	200 +40	80	420	—	—	50	130	40	80	210	630	400
1905	III.	9.	200	100	140	60	250 +70	170	180	60	390	—	—	70	20	—	—	20	410	300
1899	II.	8.	200	100	140	60	250 +60	170	180	60	390	—		60	60	—	—	60	450	320
1896	VI.	26.	200	100	180	120	250 +80	170	200 +60	80	470	—	—	80	60	60	50	110	580	380
1906	III.	3.	210	110	170	100	250 +190	170	200 +110	80	460	—	—	190	300	110	260	560	1020	540
1906	II.	28.	210	110	160	90	250 +140	170	200 +50	80	450	—	—	140	170	50	60	230	680	420
1903	I.	5.	220	120	160	90	250 +170	170	200 +30	80	460	—	—	170	220	30	20	240	700	430

Digitized by Google

Beobachtet			Gesamtwasserlieferung der Gebietsabschnitte bis zur Überflutungshöhe der Zuflüsse: Ob. Neckar		Enz		Kocher		Jagst		Zuflüsse	Mehrzufluß aus dem überfluteten Gebiete: des oberen Neckars		des Kochers		der Jagst		Zuflüsse	Abfluß in Diedesheim	
Jahr	Monat	Tag	Höhe cm	Menge cbm	Höhe cm	Menge cbm	Höhe cm	Menge cbm	Höhe cm	Menge cbm	Menge cbm	Ueberflutete Höhe cm	Menge cbm	Ueberflutete Höhe cm	Menge cbm	Ueberflutete Höhe cm	Menge cbm	Menge cbm	Gesamt-Menge cbm	Höhe cm
1898	II.	17.	220	120	140	60	250 +130	170	200 +30	80	430	—	—	130	50	30	10	60	490	340
1906	I.	11.	230	130	190	150	250 +130	170	200 +10	80	530	—		130	150	10	—	150	680	420
1901	III.	3.	230	130	120	40	250 +50	170	200 +50	80	420	—	—	50	60	50	80	140	560	370
1900	III.	25.	230	130	130	50	250 +30	170	200 +20	80	430	—	—	20	60	20	—	60	490	340
1902	II.	8.	230	130	160	90	250 +80	170	200 +20	80	470	—	—	80	90	20	—	90	560	370
1902	V.	18.	240	150	140	60	250 +100	170	180	60	440	—	—	100	100	—	—	100	540	360
1900	I.	23.	250	160	160	90	250 +120	170	200 +50	80	500	—	—	120	110	50	40	150	650	410
1907	III.	17.	280	200	200	190	250 +150	170	200 +100	80	640	—	—	150	180	100	170	350	990	530
1907	III.	11.	280	200	180	120	250 +130	170	200 +20	80	570	—	—	130	190	20	—	190	760	450
1902	XII.	19.	280	200	160	90	250 +190	170	200 +130	80	540	—	—	190	80	130	80	160	700	430
1897	II.	12.	290	220	150	70	250 +130	170	200 +40	80	540	—	—	130	160	40	30	190	730	440
1904	II.	12.	310	250	190	150	250	170	200	80	650	—	—	—	—	—	—	—	650	410
1900	XII.	6.	320	270	170	100	250 +230	170	200 +150	80	620	—	—	230	330	150	340	670	1290	610
1900	II.	14.	320	270	170	100	250 +130	170	200 +40	80	620	—	—	130	180	40	40	220	840	480
1901	IV.	8.	330 +20	290	200	190	250 +90	170	200 +10	80	730	20	20	90	90	—	—	110	840	480
1900	I.	18.	330 +50	290	210	230	250 +210	170	200 +160	80	770	50	70	210	200	160	250	520	1290	610
1906	V.	21.	330 +60	290	190	150	250 +150	170	200 +130	80	690	60	140	150	210	130	300	650	1340	620
1897	II.	3.	330 +60	290	230	330	250 +180	170	200 +120	80	870	60	90	180	160	120	170	420	1290	610
1896	X.	24.	330 +60	290	130	50	250 +90	170	200 +20	80	590	60	80	90	60	20	—	140	730	440
1898	V.	24.	330 +70	290	140	60	250 +140	170	200 +30	80	600	70	250	140	280	30	30	560	1160	580
1895	VI.	8.	330 +70	290	170	100	80	30	150	30	450	70	60	—	—	—	—	60	510	350

Digitized by Google

18. Verhältniszahlen zwischen den Erhöhungen zu Mannheim (Neckarmündung) und den Neckarhöhen zu Diedesheim.

Rheinstand zu Maxau			Zugehöriger Neckarstand zu Diedesheim			Rheinstand zu Mannheim			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Maxau	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1887 III.—IV.									
23.	9 p	344	345	55	290	256	406	150	0.52
24.	9 a	374	401	58	343	292	467	175	0.51
24.	12 p	403	387	62	325	328	510	182	0.56
25.	6 p	474	355	73	282	415	554	139	0.49
26.	6 p	537	354	87	267	489	607	118	0.44
27.	6 p	541	326	88	238	494	622	138	0.58
28.	7 p	516	351	83	268	464	610	146	0.55
29.	6 p	495	316	78	238	440	588	148	0.62
30.	6 p	481	275	75	200	423	556	133	0.66
31.	12 p	456	255	71	184	393	517	124	0.67
1888 III.—IV.									
11.	8 p	444	523	68	455	378	587	209	0.46
12.	6 p	529	478	86	392	480	647	167	0.43
13.	8 a	551	401	90	311	505	647	142	0.46
13.	6 p	555	343	92	251	510	639	129	0.51
15.	3 a	516	287	83	204	464	591	127	0.62
15.	6 p	511	337	82	255	459	592	133	0.52
16.	12 p	514	364	83	281	462	607	145	0.52
17.	12 p	513	403	83	320	461	617	156	0.49
19.	12 a	494	300	78	222	439	575	136	0.61
20.	12 a	466	256	72	184	405	527	122	0.66
26.	12 p	433	386	66	320	365	530	165	0.52
28.	12 a	514	369	82	287	462	603	141	0.49
30.	8 a	572	394	95	299	530	657	127	0.43
31.	4 a	585	320	98	222	546	654	108	0.49
1.	12 a	542	271	88	183	495	615	120	0.66
1889 III.—IV.									
20.	6 p	344	276	55	221	256	391	135	0.61
21.	6 p	370	333	58	275	287	440	153	0.56
22.	5 p	387	368	61	307	308	464	156	0.51
23.	4 p	406	292	63	229	331	465	134	0.59
26.	6 a	377	282	59	223	296	445	149	0.67
26.	6 p	384	360	60	300	304	459	155	0.52
27.	6 p	406	320	62	258	331	481	150	0.58
28.	6 p	419	262	65	197	347	468	121	0.61
31.	7 a	389	307	61	246	310	447	137	0.56
2.	6 a	394	262	61	201	316	450	134	0.67
3.	6 p	425	256	65	191	355	467	112	0.59
1890 I.—II.									
23.	12 a	362	362	57	305	278	454	176	0.58
23.	12 p	376	423	59	364	295	490	195	0.54

Rheinstand zu Maxau			Zugehöriger Neckarstand zu Diedesheim			Rheinstand zu Mannheim			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Maxau	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1890 I.—II.									
24.	12 a	399	375	62	313	323	510	187	0.60
25.	6 a	475	309	74	235	416	532	116	0.49
26.	12 a	504	243	80	163	450	542	92	0.57
27.	12 a	494	255	78	177	439	544	105	0.59
28.	6 a	497	308	78	230	442	560	118	0.51
28.	12 p	506	332	81	251	453	580	127	0.51
30.	12 a	483	285	75	210	425	547	122	0.58
1890 XI.—XII.									
23.	11 p	414	306	64	242	341	498	157	0.65
24.	6 a	459	442	71	371	397	543	146	0.39
24.	8 p	472	557	73	484	412	604	192	0.40
25.	6 a	487	468	76	392	430	613	183	0.47
25.	8 p	499	420	79	341	444	595	151	0.44
26.	3 a	510	334	82	252	457	587	130	0.52
26.	9 p	524	267	85	182	474	561	87	0.48
29.	6 p	449	181	70	111	384	459	65	0.59
1891 XII.-1892 I.									
30.	3 p	395	390	61	329	318	444	126	0.38
30.	12 p	426	523	66	457	356	568	212	0.46
31.	12 a	492	578	77	501	436	650	214	0.43
31.	10 p	532	585	86	499	483	691	208	0.42
1.	6 a	564	500	94	406	521	698	177	0.44
1.	6 p	604	423	102	321	568	698	130	0.41
2.	12 a	640	336	108	228	609	696	87	0.39
1892 I.—II.									
24.	6 p	375	255	58	197	293	404	111	0.56
25.	6 a	395	346	62	284	318	450	132	0.47
25.	9 p	416	364	64	300	343	480	137	0.46
26.	6 a	421	290	65	225	350	483	133	0.59
28.	3 a	415	272	64	208	342	457	115	0.56
29.	3 a	411	290	63	227	337	461	124	0.55
30.	11 a	416	330	64	266	343	487	144	0.54
31.	8 a	422	344	65	279	351	518	167	0.60
31.	10 p	436	390	67	323	369	531	165	0.51
1.	8 a	451	370	70	300	387	542	155	0.52
7.	3 p	411	264	63	201	337	460	123	0.61
8.	10 a	419	333	65	268	347	493	146	0.55
9.	2 a	413	391	68	323	377	527	150	0.47
10.	5 a	505	290	80	210	452	566	114	0.55
11.	6 a	524	238	85	153	474	561	87	0.57

Digitized by Google

Rheinstand zu Maxau			Zugehöriger Neckarstand zu Diedesheim			Rheinstand zu Mannheim			Verhältniszahl
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Maxau	Beob. Höhe	Erhöhung	zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1895 III.—IV.									
20.	11 a	320	477	54	423	226	455	229	0.54
20.	9 p	334	542	54	488	243	500	257	0.53
21.	4 a	352	560	56	504	265	521	256	0.51
21.	12 a	375	500	58	442	293	541	248	0.56
21.	11 p	409	463	63	400	335	545	210	0.52
22.	12 a	439	437	66	371	372	555	183	0.49
23.	6 a	460	473	71	402	398	574	176	0.44
23.	8 p	462	421	71	350	400	568	168	0.48
24.	3 a	464	376	72	304	403	559	156	0.51
24.	11 p	467	339	73	266	406	542	136	0.51
25.	7 a	465	397	72	325	404	559	145	0.45
25.	2 p	469	465	73	392	409	580	171	0.44
26.	4 a	486	527	76	451	429	623	194	0.43
26.	10 p	526	470	85	385	476	647	171	0.44
27.	2 p	573	432	96	336	532	668	136	0.45
28.	2 p	618	383	105	278	584	691	107	0.39
29.	2 a	628	410	106	304	596	702	106	0.35
29.	11 p	627	365	106	259	594	703	109	0.42
30.	12 p	646	297	109	188	616	698	82	0.44
1.	10 a	622	254	105	149	589	673	84	0.57
1896 III.									
4.	5 a	325	187	54	133	232	315	83	0.63
5.	10 p	333	183	55	128	242	331	89	0.70
8.	7 a	395	269	61	208	318	453	135	0.65
8.	3 p	450	457	70	387	386	587	201	0.52
8.	9 p	490	514	77	437	434	596	162	0.37
9.	4 a	540	546	88	458	493	655	162	0.35
9.	3 p	595	589	100	489	557	714	157	0.32
10.	1 a	631	562	106	456	599	743	144	0.32
10.	2 p	676	557	114	443	650	776	126	0.28
11.	1 a	705	484	118	366	684	790	106	0.29
11.	6 a	715	418	119	299	696	792	96	0.32
11	10 p	744	355	122	233	730	812	82	0.35
13.	2 a	761	323	124	299	750	814	64	0.22
14.	2 a	717	285	119	166	698	770	82	0.49
1897 II.									
3.	3 a	396	604	62	542	319	527	208	0.38
3.	9 a	436	617	67	550	369	596	227	0.41
3.	6 p	487	597	76	521	430	640	210	0.40
4.	3 a	535	580	87	493	487	672	185	0.38
4.	1 p	573	515	96	419	532	680	148	0.35
4.	9 p	597	407	100	307	560	675	115	0.38
5.	7 a	623	370	105	265	590	680	90	0.34
1897 II.									
5.	5 p	648	336	110	226	619	691	72	0.32
6.	9 a	683	336	115	221	658	709	51	0.23
6.	11 p	683	399	115	284	658	722	64	0.23
7.	3 p	629	448	106	342	597	719	122	0.36
8.	5 a	596	394	100	294	559	698	139	0.47
8.	5 p	589	327	99	228	551	672	121	0.53
9.	5 a	596	281	100	181	559	655	96	0.53
10.	11 a	567	261	94	167	524	615	91	0.55
10.	10 p	551	244	90	154	505	610	105	0.68
11.	7 a	541	347	88	259	494	614	120	0.47
12.	3 a	540	453	88	365	493	647	154	0.42
12.	12 p	566	400	94	306	523	653	130	0.43
13.	11 a	587	333	98	235	548	647	99	0.42
14.	8 a	596	302	100	202	559	651	92	0.46
14.	9 p	596	333	100	233	559	659	100	0.43
15.	9 a	592	398	99	299	554	670	116	0.39
16.	6 a	600	357	101	256	563	675	112	0.44
17.	3 a	621	296	105	191	588	670	82	0.43
18.	8 a	592	255	99	156	554	637	83	0.53
19.	1 a	560	240	93	147	516	606	90	0.61
20.	3 p	571	214	82	132	459	544	85	0.65
1898 V.									
24.	8 a	500	480	79	401	445	511	66	0.17
24.	9 p	502	574	80	494	448	608	160	0.32
25.	6 a	511	596	82	514	459	642	183	0.36
25.	10 p	528	530	86	444	479	652	173	0.39
26.	9 a	533	423	87	336	484	631	147	0.44
27.	3 a	530	338	86	252	481	596	115	0.46
28.	6 a	518	268	84	184	467	556	89	0.49
29.	12 a	509	218	82	136	456	528	72	0.53
31.	6 a	494	185	78	107	439	499	60	0.56
1900 I.									
17.	9 p	362	358	57	301	278	438	160	0.53
18.	4 a	400	430	62	368	324	512	188	0.51
18.	2 p	440	606	68	538	373	594	221	0.41
19.	1 a	487	581	76	505	430	636	206	0.41
19.	8 a	522	490	84	406	472	633	161	0.39
19.	3 p	549	379	90	289	503	621	118	0.41
20.	3 a	576	324	96	228	535	613	78	0.35
20.	6 p	578	285	97	188	538	600	62	0.33
21.	6 a	534	289	87	202	486	580	94	0.47
21.	1 p	514	326	83	243	462	569	107	0.44

Digitized by Google

Rheinstand zu Maxau			Zugehöriger Neckarstand zu Diedesheim			Rheinstand zu Mannheim			Verhältniszahl
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Maxau	Beob. Höhe	Erhöhung	zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1900 I.									
22.	6 a	489	310	77	233	432	545	113	0.49
22.	10 p	482	379	75	304	424	544	120	0.40
23.	11 a	488	436	77	359	431	573	142	0.40
24.	9 a	506	350	81	269	453	568	115	0.43
25.	5 a	512	311	82	229	460	560	100	0.44
25.	12 p	515	375	83	292	463	574	111	0.39
27.	5 a	520	294	84	210	469	558	89	0.42
29.	9 a	480	252	75	177	422	509	87	0.49
30.	12 a	463	230	72	158	401	482	81	0.51
1900 XII.									
5.	10 p	362	530	57	473	278	459	181	0.38
6.	5 a	412	583	63	520	339	525	186	0.36
6.	12 a	436	614	67	547	369	589	220	0.40
6.	7 p	478	579	75	504	420	617	197	0.39
6.	12 p	509	515	82	433	456	628	172	0.40
7.	9 a	550	396	90	306	504	625	121	0.40
7.	6 p	584	428	98	330	545	641	96	0.29
8.	9 a	617	370	104	266	583	651	68	0.26
8.	8 p	601	297	101	196	564	635	71	0.36
9.	10 p	550	251	90	161	504	580	76	0.47
1901 II.—III.									
1.	7 p	298	355	52	303	199	329	130	0.43
4.	2 a	364	380	57	323	280	416	136	0.42
5.	2 a	402	296	62	234	326	426	100	0.43
6.	10 a	407	256	63	193	332	408	76	0.39
8.	6 a	415	218	64	154	342	405	73	0.41
1901 IV.									
6.	12 p	490	237	77	160	434	485	51	0.32
7.	12 a	545	247	89	158	498	552	54	0.34
7.	5 p	566	437	94	343	523	587	64	0.19
7.	9 p	580	471	97	374	540	625	85	0.23
8.	3 a	600	474	101	373	563	650	87	0.23
8.	6 a	621	390	105	285	588	659	71	0.25
9.	2 a	653	330	110	220	624	671	47	0.22
9.	6 p	670	315	113	202	643	683	50	0.25
10.	12 p	695	321	116	205	672	707	35	0.17
11.	7 a	704	280	117	169	683	711	28	0.17
12.	12 a	694	257	116	141	671	713	42	0.30
13.	3 p	712	237	118	119	692	716	24	0.21
14.	6 p	688	230	116	114	664	703	39	0.35
15.	6 p	672	252	113	139	646	694	48	0.35
16.	4 a	665	338	112	226	638	698	60	0.27
16.	10 p	655	277	110	167	627	690	63	0.38
18.	8 a	668	243	113	130	641	682	41	0.32
1903 I.									
4.	11 a	424	262	65	197	354	422	68	0.35
5.	4 a	461	280	68	212	399	482	83	0.39
5.	3 p	500	371	79	292	445	525	80	0.27
5.	9 p	505	433	80	353	452	547	95	0.27
6.	4 p	514	324	83	241	462	540	78	0.32
7.	7 a	527	263	85	178	477	530	53	0.30
8.	10 a	505	205	81	124	452	493	41	0.33
9.	9 a	477	183	74	109	418	457	39	0.36
1904 II.									
4.	6 a	351	329	56	273	264	355	91	0.33
4.	5 p	390	348	61	287	312	400	88	0.31
5.	3 a	405	312	62	250	330	404	74	0.30
6.	3 a	398	253	62	191	321	390	69	0.36
7.	2 a	404	260	62	198	329	304	65	0.33
8.	9 a	396	209	62	147	319	374	55	0.38
9.	9 p	430	363	66	297	361	452	91	0.31
11.	6 a	446	282	69	213	381	453	72	0.34
12.	4 a	459	350	71	279	397	489	92	0.33
12.	4 p	495	410	78	332	440	536	96	0.29
12.	12 p	526	387	85	302	476	559	73	0.24
13.	9 a	560	337	93	244	516	572	56	0.23
14.	3 a	590	291	99	192	552	589	37	0.19
15.	6 a	562	349	93	256	518	594	76	0.30
16.	9 a	548	328	89	239	502	576	74	0.31
17.	10 a	527	283	85	198	477	546	69	0.35
17.	9 p	519	376	84	292	468	547	79	0.27
19.	6 a	537	285	88	197	489	552	63	0.32
20.	12 p	509	236	82	154	456	506	50	0.33
22.	7 a	486	297	76	221	429	504	75	0.34
23.	3 p	497	342	78	264	442	527	85	0.32
24.	10 p	500	267	79	188	445	507	62	0.33
26.	6 a	472	227	73	154	412	466	54	0.35
27.	12 a	449	206	70	136	384	429	45	0.33

Digitized by Google

19. Verhältniszahlen zwischen der Erhöhung der Rheinstände an der Mainmündung

durch Neckar und Main und den zugehörigen Nebenflußständen.

Verhältniszahlen für den Neckar.

Rheinstand zu Maxau			Zugehöriger Neckarstand zu Diedesheim			Rheinstand zu Mainz			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Maxau	Gleichwert zu Fekthl	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1887 III.—IV.									
23.	9 p	344	345	55	290	40	148	108	0.37
24.	9 a	374	401	58	343	65	185	120	0.35
24.	12 p	403	387	62	325	89	214	125	0.38
25.	6 p	474	355	73	282	146	243	97	0.34
26.	6 p	537	354	87	267	197	276	79	0.30
27.	6 p	541	326	88	238	200	286	86	0.36
28.	7 p	516	351	83	268	180	277	97	0.36
29.	6 p	495	316	78	238	164	264	100	0.42
30.	6 p	481	275	75	200	152	240	88	0.44
31.	12 p	456	255	71	184	132	215	83	0.45
1888 III.—IV.									
11.	8 p	444	523	68	455	122	270	148	0.32
12.	6 p	529	478	86	392	191	303	112	0.28
13.	8 a	551	401	90	311	208	301	93	0.30
13.	6 p	555	343	92	251	211	292	81	0.32
15.	3 a	516	287	83	204	180	266	86	0.42
15.	6 p	511	337	82	255	176	268	92	0.36
16.	12 p	514	364	83	281	179	277	98	0.35
17.	12 p	513	403	83	320	178	283	105	0.33
19.	12 a	494	300	78	222	163	255	92	0.42
20.	12 a	466	256	72	184	140	225	85	0.46
26.	12 p	433	386	66	320	114	227	113	0.35
28.	12 a	514	369	82	287	179	275	96	0.33
30.	8 a	572	394	95	299	224	317	93	0.31
31.	4 a	585	320	98	222	234	315	81	0.37
1.	12 a	542	271	88	183	201	282	81	0.44
1889 III.—IV.									
20.	6 p	344	276	55	221	40	131	91	0.41
21.	6 p	370	333	58	275	62	165	103	0.37
22.	5 p	387	368	61	307	76	180	104	0.34
23.	4 p	406	292	63	229	91	180	89	0.39
26.	6 a	377	282	59	223	68	169	101	0.45
26.	6 p	384	360	60	300	74	178	104	0.35
27.	6 p	406	320	62	258	91	190	99	0.38
28.	6 p	419	262	65	197	102	179	77	0.39
31.	7 a	389	307	61	246	78	172	94	0.38
2.	6 a	394	262	61	201	82	168	86	0.43
3.	6 p	425	256	65	191	107	182	75	0.39
1890 I.—II.									
23.	12 a	362	362	57	305	55	175	120	0.39
23.	12 p	376	423	59	364	67	202	135	0.37
24.	12 a	399	375	62	313	86	216	130	0.41
25.	6 a	475	309	74	235	147	225	78	0.33
26.	12 a	504	243	80	163	171	231	60	0.37
27.	12 a	494	255	78	177	163	236	73	0.41
28.	6 a	497	308	78	230	165	247	82	0.36
28.	12 p	506	332	81	251	172	257	85	0.34
30.	12 a	483	285	75	210	154	237	83	0.40
1890 XI.—XII.									
23.	11 p	414	306	64	242	98	200	102	0.42
24.	6 a	459	442	71	371	135	250	115	0.31
24.	8 p	472	557	73	484	145	272	127	0.26
25.	6 a	487	468	76	392	157	281	124	0.32
25.	8 p	499	420	79	341	167	270	103	0.30
26.	3 a	510	334	82	252	176	264	88	0.35
26.	9 p	524	267	85	182	187	246	59	0.33
28.	6 a	482	213	75	138	153	210	57	0.41
1891 XII.-1892 I.									
30.	3 p	395	390	61	329	82	207	125	0.38
30.	12 p	426	523	66	457	108	259	151	0.33
31.	12 a	492	578	77	501	162	307	145	0.29
31.	10 p	532	585	86	499	193	330	137	0.27
1.	6 a	564	500	94	406	218	338	120	0.30
1.	6 p	604	423	102	321	249	337	88	0.27
2.	12 a	640	336	108	228	276	337	61	0.27
1892 I.—II.									
24.	6 p	375	255	58	197	66	143	77	0.39
25.	6 a	395	346	62	284	82	174	92	0.32
25.	9 p	416	364	64	300	100	192	92	0.31
26.	6 a	421	290	65	225	104	191	87	0.39
28.	3 a	415	272	64	208	99	175	76	0.37
29.	3 a	411	290	63	227	96	178	82	0.36
30.	11 a	416	330	64	266	100	197	97	0.36
31.	8 a	422	344	65	279	105	217	112	0.40
31.	10 p	436	390	67	323	116	228	112	0.34
1.	8 a	451	370	70	300	128	236	108	0.36

Digitized by Google

Rheinstand zu Maxau: Eintritt Tag	Rheinstand zu Maxau: Eintritt Stunde	Rheinstand zu Maxau: Höhe cm	Zugehöriger Neckarstand zu Diedesheim: Gesamthöhe cm	Zugehöriger Neckarstand zu Diedesheim: Einflußgrenze cm	Zugehöriger Neckarstand zu Diedesheim: Wirks. Höhe cm	Rheinstand zu Mainz: Gleichwert. zu Maxau cm	Rheinstand zu Mainz: Gleichwert. zu Frkthl. cm	Rheinstand zu Mainz: Erhöhung cm	Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
1892 I.—II.									
2.	12 a	443	285	68	217	122	216	94	0.43
7.	3 p	411	264	63	201	96	181	85	0.42
8.	10 a	419	333	65	268	101	198	97	0.36
9.	2 a	443	391	68	323	126	229	103	0.32
10.	5 a	505	290	80	210	172	249	77	0.37
1895 III.—IV.									
20.	6 a	319	395	54	341	20	155	135	0.39
20.	11 a	320	477	54	423	20	182	162	0.38
20.	9 p	334	542	54	488	32	209	177	0.36
21.	4 a	352	560	56	504	47	227	180	0.36
21.	12 a	375	500	58	442	66	237	171	0.39
21.	11 p	409	463	53	400	94	244	150	0.37
22.	12 a	439	437	66	371	118	243	125	0.34
23.	6 a	460	473	71	402	136	256	120	0.30
23.	8 p	462	421	71	350	137	248	111	0.32
24.	3 a	464	376	72	304	139	240	101	0.33
24.	11 p	467	339	73	266	141	245	104	0.39
25.	7 a	465	397	72	325	140	250	110	0.34
25.	2 p	469	465	73	392	142	261	119	0.30
26.	4 a	486	527	76	451	156	288	132	0.29
26.	10 p	526	470	85	385	188	203	115	0.30
27.	2 p	573	432	96	336	225	315	90	0.27
28.	2 p	618	383	105	278	260	335	75	0.27
29.	2 a	628	410	106	304	267	343	76	0.25
29.	11 p	627	365	106	259	266	340	74	0.29
30.	12 p	646	297	109	188	281	338	57	0.30
1.	10 a	622	254	105	149	262	322	60	0.40
1896 III.									
8.	7 a	395	269	61	208	82	177	95	0.46
8.	3 p	450	457	70	387	128	237	109	0.28
8.	9 p	490	514	77	437	160	274	114	0.26
9.	4 a	540	546	88	458	199	307	108	0.24
9.	3 p	595	589	100	489	242	348	106	0.22
10.	1 a	631	562	106	456	269	366	97	0.21
10.	2 p	676	557	114	443	304	384	80	0.18
11.	1 a	705	484	118	366	326	396	70	0.19
11.	6 a	715	418	119	299	334	399	65	0.22
11.	10 p	744	355	122	233	353	408	55	0.24
13.	2 a	761	323	124	299	360	406	46	0.15
14.	2 a	717	285	119	166	336	387	51	0.31
1897 II.									
3.	3 a	396	604	62	542	83	227	144	0.27
3.	9 a	436	617	67	550	116	270	154	0.28
3.	6 p	487	597	76	521	157	302	145	0.28
4.	3 a	535	580	87	493	195	310	125	0.25
4.	1 p	573	515	96	419	225	330	105	0.25
4.	9 p	597	407	100	307	243	331	88	0.29
5.	7 a	623	370	105	265	263	330	67	0.25
5.	5 p	648	336	110	226	282	329	47	0.21
6.	9 a	683	336	115	221	310	344	34	0.15
6.	11 p	683	399	115	284	310	354	44	0.15
7.	3 p	629	448	106	342	268	348	80	0.23
8.	5 a	596	394	100	294	242	336	94	0.33
8.	5 p	589	327	99	228	237	315	78	0.34
9.	5 a	596	281	100	181	242	302	60	0.33
10.	11 a	567	261	94	167	220	282	62	0.37
10.	10 p	551	244	90	154	208	276	68	0.44
11.	7 a	541	347	88	259	200	281	81	0.31
12.	3 a	540	453	88	365	199	303	104	0.28
12.	12 p	566	400	94	306	220	306	86	0.28
13.	11 a	587	333	98	235	236	303	67	0.28
14.	8 a	596	302	100	202	242	306	64	0.32
14.	9 p	596	333	100	233	242	311	69	0.30
15.	9 a	592	398	99	299	240	321	81	0.27
16.	6 a	600	357	101	256	246	372	76	0.30
17.	3 a	621	296	105	191	262	317	55	0.29
18.	8 a	592	255	99	156	240	294	54	0.35
19.	1 a	560	240	93	147	215	273	58	0.39
20.	3 p	511	214	82	132	176	234	58	0.44
24.	6 a	468	187	72	115	142	190	48	0.42
1898 V.									
24.	8 a	500	480	70	401	168	244	76	0.19
24.	9 p	502	574	80	494	169	280	111	0.22
25.	6 a	511	596	82	514	176	300	124	0.24
25.	10 p	528	530	86	444	190	307	117	0.26
26.	9 a	533	423	87	336	194	292	98	0.29
27.	3 a	530	338	86	252	192	269	77	0.31
28.	6 a	518	268	84	184	182	239	57	0.31
1900 I.									
17.	9 p	362	358	57	301	55	182	127	0.42
18.	4 a	400	430	62	368	86	216	136	0.37
18.	2 p	440	606	68	538	119	268	149	0.28
19.	1 a	487	581	76	505	157	294	137	0.27

Digitized by Google

Rheinstand zu Maxau: Eintritt Tag	Eintritt Stunde	Höhe cm	Zugehöriger Neckarstand zu Diedesheim: Gesamthöhe cm	Einflußgrenze cm	Wirks. Höhe cm	Rheinstand zu Mainz: Gleichwert zu Maxau cm	Gleichwert zu Frkthl. cm	Erhöhung cm	Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
1900 I.									
19.	8 a	522	490	84	406	185	295	110	0.27
19.	3 p	549	379	90	289	206	282	76	0.26
20.	3 a	576	324	96	228	227	279	52	0.23
20.	6 p	578	285	97	188	229	270	41	0.22
21.	6 a	534	289	87	202	194	256	62	0.31
21.	1 p	514	326	83	243	179	249	70	0.29
22.	6 a	489	310	77	233	159	235	76	0.33
22.	10 p	482	379	75	304	153	238	85	0.28
23.	11 a	488	436	77	359	158	253	95	0.26
24.	9 a	506	350	81	269	172	249	77	0.29
25.	5 a	512	311	82	229	177	244	67	0.29
25.	12 p	515	375	83	292	180	255	75	0.29
27.	5 a	520	294	84	210	184	247	63	0.30
29.	9 a	480	252	75	177	152	209	57	0.32
30.	12 a	463	230	72	158	138	192	54	0.34
1900 XII.									
5.	10 p	362	530	57	473	55	192	137	0.29
6.	5 a	412	583	63	520	96	232	136	0.26
6.	12 a	436	614	67	547	116	259	143	0.26
6.	7 p	478	579	75	504	150	285	135	0.27
6.	12 p	509	515	82	433	175	292	117	0.27
7.	9 a	550	396	90	306	207*	287	80	0.26
7.	6 p	584	428	98	330	223	288	65	0.20
8.	9 a	617	370	104	266	259	313	54	0.20
8.	8 p	601	297	101	196	246	293	47	0.24
9.	10 p	550	251	90	161	207	254	47	0.29
10.	1 p	516	225	83	142	180	225	45	0.32
11.	6 a	480	200	75	125	152	195	43	0.34
1901 II.—III.									
4.	2 a	364	380	57	323	57	151	94	0.29
5.	2 a	402	296	62	234	58	124	66	0.28
6.	10 a	407	256	63	193	92	146	54	0.28
1901 IV.									
7.	12 a	545	247	89	158	203	236	33	0.21
7.	5 p	566	437	94	343	220	270	50	0.15
7.	9 p	580	471	97	374	230	290	60	0.16
8.	3 a	600	474	101	373	246	309	63	0.17
8.	6 a	621	390	105	285	262	314	52	0.18
9.	2 a	653	330	110	220	287	320	33	0.15
9.	6 p	670	315	113	202	300	330	30	0.15
1901 IV.									
10.	12 p	695	321	116	205	319	341	22	0.11
11.	7 a	704	286	117	169	326	346	20	0.12
12.	12 a	694	257	116	141	318	348	30	0.21
13.	3 p	712	237	118	119	332	347	15	0.13
14.	6 p	688	230	116	114	314	335	21	0.18
15.	6 p	672	252	113	139	301	336	35	0.25
16.	4 a	665	338	112	226	296	337	41	0.18
16.	10 p	655	277	110	167	288	329	41	0.25
18.	8 a	668	243	113	130	298	324	26	0.20
1903 I.									
4.	11 a	424	262	65	197	106	154	48	0.24
5.	4 a	461	280	68	212	136	190	54	0.25
5.	3 p	500	371	79	292	168	224	56	0.19
5.	9 p	505	433	80	353	172	237	65	0.19
6.	4 p	514	324	83	241	179	235	56	0.23
7.	7 a	527	263	85	178	189	226	37	0.21
8.	10 a	505	205	81	124	172	202	30	0.24
9.	9 a	477	183	74	109	149	176	27	0.25
1904 II.									
4.	6 a	351	329	56	273	46	111	65	0.24
4.	5 p	390	348	61	287	78	138	60	0.21
5.	3 a	405	312	62	250	90	141	51	0.20
6.	3 a	398	253	62	191	85	131	46	0.24
7.	2 a	404	260	62	198	90	134	44	0.22
8.	9 a	396	209	62	147	83	125	42	0.20
9.	9 p	430	363	66	297	111	176	65	0.22
11.	6 a	446	282	69	213	124	172	48	0.23
12.	4 a	459	350	71	279	135	200	65	0.23
12.	4 p	495	410	78	332	164	233	69	0.21
12.	12 p	526	387	85	302	188	253	65	0.22
13.	9 a	560	337	93	244	215	253	38	0.16
14.	3 a	590	291	99	192	238	265	27	0.14
15.	6 a	562	349	93	256	216	266	50	0.20
16.	9 a	548	328	89	239	206	255	49	0.21
17.	10 a	527	283	85	198	189	234	45	0.23
17.	9 p	519	376	84	292	183	245	62	0.21
19.	6 a	537	285	88	197	197	234	37	0.19
20.	12 p	509	236	82	154	175	208	33	0.21
22.	7 a	486	297	76	221	158	211	53	0.24
23.	3 p	497	342	78	264	165	224	59	0.22
24.	10 p	500	267	79	188	168	210	42	0.22
26.	6 a	472	227	73	154	145	180	35	0.23

Digitized by Google

Fortsetzung von Tab. 19.

Verhältniszahlen für den Main.

Rheinstand zu Frankenthal			Zugehöriger Mainstand zu Lohr			Rheinstand zu Mainz			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflussgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Frkthl.	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1887 III.–IV.									
25.	5 p	505	204	87	117	207	251	44	0.38
27.	7 a	599	298	91	207	270	316	46	0.22
28.	7 a	624	319	92	227	286	342	56	0.25
29.	3 a	619	342	92	250	283	349	66	0.26
30.	7 a	596	558	91	467	268	330	62	0.13
31.	3 p	558	348	88	260	242	301	59	0.23
1.	1 p	524	328	87	241	220	279	59	0.25
3.	1 a	485	294	86	208	194	266	72	0.35
4.	7 a	456	277	85	192	174	217	43	0.22
5.	7 a	437	245	84	161	162	194	32	0.20
1888 III.–IV.									
12.	12 a	577	355	90	265	255	336	81	0.31
13.	6 a	637	401	93	308	295	377	82	0.27
13.	12 p	650	446	93	353	304	392	88	0.25
15.	4 a	621	495	92	403	285	390	105	0.26
15.	12 p	590	458	90	368	264	370	106	0.29
16.	8 p	594	389	90	299	267	350	83	0.28
17.	8 p	607	328	91	237	275	342	67	0.28
18.	6 p	618	325	92	233	282	347	65	0.28
20.	8 a	573	325	90	235	252	315	63	0.27
21.	12 a	520	310	87	223	217	276	59	0.26
22.	6 a	495	282	86	196	200	254	54	0.28
23.	6 p	460	253	85	168	177	221	44	0.26
25.	6 a	431	240	84	156	158	203	45	0.29
27.	6 p	528	272	88	184	222	284	62	0.34
28.	2 p	565	310	90	220	247	320	73	0.33
29.	2 a	590	351	90	261	264	344	80	0.31
29.	6 p	616	378	92	286	281	367	86	0.30
30.	12 a	639	407	93	314	296	386	90	0.29
31.	10 a	672	422	94	328	318	402	84	0.26
1.	12 a	655	402	94	308	307	387	80	0.26
2.	9 p	596	354	91	263	268	337	69	0.26
3.	8 p	560	327	89	238	244	303	59	0.25
4.	6 p	531	285	87	198	226	279	53	0.27
5.	6 p	519	275	84	191	216	263	47	0.25

Rheinstand zu Frankenthal			Zugehöriger Mainstand zu Lohr			Rheinstand zu Mainz			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflussgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Frkthl.	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1889 III.–IV.									
14.	7 a	450	260	85	175	170	209	39	0.22
15.	7 a	411	290	84	206	144	195	51	0.25
16.	7 a	366	255	83	172	115	156	41	0.24
17.	7 a	416	255	84	171	148	200	52	0.30
18.	7 a	462	326	85	241	178	229	51	0.21
18.	6 p	470	378	86	292	184	252	68	0.23
19.	7 a	446	393	85	308	168	247	79	0.26
19.	4 p	483	374	86	288	192	268	76	0.26
20.	7 a	445	425	85	340	167	257	90	0.26
21.	7 a	430	367	84	283	157	245	88	0.31
21.	12 p	452	338	85	253	172	240	68	0.27
22.	7 a	448	382	85	297	169	249	80	0.27
23	7 a	460	435	85	350	177	273	96	0.27
24.	7 a	466	387	86	301	181	261	80	0.27
25.	7 a	444	323	85	238	166	227	61	0.26
26.	7 a	435	280	85	195	160	207	47	0.24
1890 I.–II.									
26.	6 a	536	417	88	329	228	329	101	0.31
26.	11 p	540	477	88	389	230	341	111	0.27
27.	2 p	542	538	88	450	232	355	123	0.27
28.	1 a	544	496	88	408	233	356	123	0.30
29.	6 a	570	440	90	350	250	356	106	0.29
30.	6 p	566	431	90	341	248	344	96	0.28
31.	9 p	530	405	88	317	224	308	84	0.26
1.	10 p	491	380	86	294	198	277	79	0.27
3.	8 a	451	317	85	232	171	229	58	0.25
4.	8 a	424	282	84	198	153	200	47	0.24
5.	8 a	403	252	83	169	139	181	42	0.25
6.	8 a	388	236	83	143	129	163	34	0.24
1890 XI.–XII.									
27.	10 a	566	401	89	312	248	329	81	0.26
28.	4 a	517	530	89	441	235	334	99	0.22
29.	1 a	507	427	87	340	208	290	82	0.24
29.	7 p	480	334	86	248	190	250	60	0.24
30	6 p	453	265	85	180	173	215	42	0.23

Digitized by Google

Rheinstand zu Frankenthal			Zugehöriger Mainstand zu Lohr			Rheinstand zu Mainz			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Frkthl.	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1891 XII.–1892 I.									
28.	6 p	329	165	81	84	90	112	22	0.17
1.	6 p	691	275	95	180	331	374	43	0.24
2.	3 a	698	354	96	258	336	383	47	0.18
4.	12 a	676	400	95	305	321	386	65	0.21
5.	12 p	592	330	90	240	265	324	59	0.25
7.	6 a	530	268	88	180	224	269	45	0.25
9.	6 a	490	278	86	192	197	232	35	0.18
1892 I.–II.									
27.	8 a	485	173	86	87	194	216	22	0.23
28.	7 p	457	230	85	145	175	212	37	0.25
30.	7 p	477	268	86	182	188	246	58	0.32
31.	7 p	506	301	87	214	207	278	71	0.33
2.	8 a	548	368	89	279	236	314	78	0.28
3.	3 p	506	408	87	321	207	295	88	0.27
5.	3 a	473	350	86	264	186	259	73	0.28
6.	8 a	449	301	82	219	170	232	62	0.28
8.	8 a	458	265	85	180	176	231	55	0.31
10.	8 a	555	312	89	223	240	294	54	0.24
12.	8 a	556	368	89	279	241	306	65	0.23
13.	8 a	518	315	87	228	216	275	59	0.26
15.	8 a	470	272	86	186	184	231	47	0.25
16.	8 p	460	260	85	185	177	216	39	0.21
18.	7 p	443	224	85	139	166	196	30	0.22
1895 III.–IV.									
21.	6 a	455	260	85	175	174	238	64	0.37
21.	6 p	507	290	87	213	208	276	68	0.32
22.	6 a	541	314	88	226	231	300	69	0.30
23.	6 a	554	381	89	292	240	325	85	0.29
23.	6 p	570	408	90	318	250	339	69	0.22
24.	6 a	576	440	90	350	254	349	95	0.27
25.	6 p	552	452	89	363	238	339	101	0.28
26.	6 a	570	434	90	394	250	354	104	0.26
26.	6 p	612	433	91	342	278	375	97	0.28
27.	12 a	643	431	93	338	299	397	98	0.29
28.	12 a	669	452	94	358	316	418	102	0.28
29.	6 a	686	493	95	398	328	435	107	0.27
30.	10 a	705	498	97	401	340	448	108	0.27

Rheinstand zu Frankenthal			Zugehöriger Mainstand zu Lohr			Rheinstand zu Mainz			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Frkthl.	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1895 III.–IV.									
31.	2 p	699	464	96	368	336	434	98	0.27
2.	12 a	670	426	94	332	317	397	80	0.24
3.	12 p	592	344	90	254	265	334	69	0.27
5.	6 a	549	305	89	216	236	297	61	0.28
6.	12 a	514	279	87	192	213	268	55	0.29
1896 III.									
7.	4 p	330	221	81	140	90	136	46	0.33
8.	10 a	360	240	82	158	111	170	59	0.37
8.	10 p	415	250	84	166	147	218	71	0.43
9.	4 p	596	270	91	179	268	308	40	0.22
10.	4 a	672	296	94	202	318	367	49	0.24
10.	12 a	709	315	97	218	343	387	44	0.20
10.	12 p	738	330	99	231	362	409	47	0.20
12.	6 a	790	359	102	257	397	449	52	0.20
13.	11 a	814	395	103	292	413	471	58	0.20
13.	9 p	819	371	104	267	416	480	64	0.24
14.	8 p	802	335	103	232	405	458	53	0.23
15.	6 p	744	300	99	201	358	414	56	0.28
16.	11 p	660	274	94	180	310	358	48	0.27
18.	2 a	601	249	91	158	271	314	43	0.27
20.	6 a	535	222	88	134	227	262	35	0.26
1897 II.									
4.	6 a	609	254	91	163	276	313	37	0.23
4.	6 p	659	261	94	167	310	350	40	0.24
5.	6 a	682	305	95	210	325	362	37	0.18
5.	10 p	675	350	95	255	320	371	51	0.20
6.	12 a	684	409	95	314	326	395	69	0.22
7.	7 a	702	461	96	365	338	419	81	0.22
7.	10 p	719	410	97	313	350	422	72	0.23
8.	8 p	714	370	97	273	346	409	63	0.23
9.	10 p	662	360	94	266	312	371	59	0.22
10.	4 p	641	361	93	268	298	355	57	0.21
11.	8 p	610	316	91	225	277	336	59	0.26
12.	6 p	639	292	93	199	296	344	48	0.24
13.	9 p	649	265	93	172	303	344	41	0.24
14.	8 p	647	284	93	191	302	345	43	0.23
15.	7 p	657	305	94	211	308	358	50	0.24

Digitized by Google

Rheinstand zu Frankenthal			Zugehöriger Mainstand zu Lohr			Rheinstand zu Mainz			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Frkthl	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1897 II.									
17.	6 a	676	314	95	219	321	364	43	0.20
18.	7 p	656	320	94	226	308	353	45	0.20
19.	7 p	613	289	91	198	279	325	46	0.23
20.	7 p	567	252	90	262	249	290	41	0.16
24.	6 p	481	253	86	167	191	232	41	0.25
26.	6 a	459	273	85	188	176	224	48	0.26
1900 I.									
24.	12 a	576	249	90	159	254	290	45	0.28
25.	5 p	560	297	89	208	244	298	54	0.26
26.	8 p	574	317	90	257	253	316	63	0.25
28.	3 a	556	367	89	278	241	314	73	0.26
29.	6 a	531	358	88	270	224	293	69	0.26
30.	2 p	500	321	87	234	203	266	63	0.27
31.	6 p	472	295	86	209	185	239	51	0.26
2.	2 p	430	256	84	172	157	201	44	0.26
1900 XII.									
9.	6 a	654	245	93	152	306	332	26	0.17
9.	12 p	626	289	92	197	288	326	38	0.19
10.	2 p	593	308	90	218	266	308	42	0.19
11.	6 a	551	317	89	228	238	283	45	0.20
11.	9 p	518	308	87	221	216	258	42	0.19
12.	6 p	457	265	85	180	175	219	44	0.24
13.	7 p	422	230	84	146	152	187	35	0.24
1901 II. III.									
2.	7 a	314	267	81	186	80	165	85	0.46
2.	12 p	346	310	82	228	101	200	99	0.43
3.	8 p	380	405	84	321	124	235	111	0.34
4.	7 a	398	420	83	337	136	253	117	0.35
4.	8 p	415	454	84	370	147	267	120	0.32
5.	1 p	428	460	84	376	156	273	117	0.33
6.	1 p	420	434	84	350	150	253	103	0.29
8.	7 p	414	367	84	283	146	231	85	0.30
9.	9 p	383	346	83	263	126	195	69	0.26
11.	7 a	344	300	82	218	100	165	65	0.30
13.	7 a	316	257	81	176	81	142	61	0.35
1901 IV.									
4.	6 p	369	268	83	185	117	169	52	0.28
5.	6 p	391	278	83	195	131	190	59	0.30
1901 IV.									
7.	1 a	429	273	84	189	156	220	64	0.34
7.	6 p	481	275	85	190	191	253	62	0.33
8.	6 p	617	285	92	193	282	322	40	0.21
10.	6 p	681	268	95	173	324	369	45	0.26
13.	5 p	713	278	97	181	346	392	46	0.25
16.	6 p	694	273	95	178	333	382	49	0.28
19.	10 p	676	303	95	208	321	367	46	0.22
21.	6 a	641	285	93	192	300	346	46	0.24
22.	7 p	595	263	90	173	267	312	45	0.26
24.	6 a	555	237	89	148	240	281	41	0.28
1903 I.									
6.	6 a	511	312	87	225	211	278	67	0.30
7.	5 a	518	363	89	274	236	305	69	0.25
7.	12 p	532	400	88	312	225	302	77	0.25
9.	6 a	495	435	86	348	200	286	86	0.25
9.	12 p	463	261	85	176	179	260	81	0.46
12.	6 a	408	282	84	198	142	189	47	0.24
1904 II.—III.									
10.	6 a	423	247	84	163	152	200	48	0.29
10.	10 p	460	255	85	170	177	222	45	0.27
11.	10 p	454	267	85	182	173	224	51	0.28
12.	9 p	483	303	86	217	192	260	68	0.31
13.	11 a	536	313	88	225	228	289	61	0.27
13.	6 p	555	321	89	232	240	297	57	0.25
14.	6 p	585	331	90	241	260	319	59	0.25
15.	11 p	594	346	90	256	267	330	63	0.25
16.	11 p	585	326	90	236	260	320	60	0.25
17.	10 p	555	317	89	228	240	302	62	0.27
18.	10 p	553	315	89	226	239	298	49	0.22
19.	10 p	554	293	89	204	240	292	52	0.25
22.	10 a	502	262	87	175	205	252	47	0.27
23.	7 p	513	286	87	199	212	266	54	0.27
24.	11 a	528	327	88	239	222	276	54	0.23
26.	6 a	492	365	86	279	198	264	66	0.24
26.	10 p	470	355	86	269	184	247	63	0.23
27.	10 p	438	310	85	225	162	216	54	0.24
28.	8 p	415	282	84	198	147	190	43	0.22
29.	7 p	398	246	83	163	136	172	36	0.22

Digitized by Google

20. Verhältniszahlen zwischen der Erhöhung der Rheinstände an der Moselmündung
durch Lahn und Mosel und den zugehörigen Nebenflußständen.

Rheinstand zu Kaub: Eintritt Tag	Stunde	Höhe cm	Zugehöriger Lahnstand zu Wetzlar / Moselstand zu Trier: Gesamthöhe cm	Einflußgrenze cm	Wirks. Höhe cm	Rheinstand zu Andernach: Gleichwert zu Kaub cm	Beob. Höhe cm	Erhöhung cm	Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
1886 XII.									
13.	12 a	231	302 277	62 −6	240 283	276	396	120	0.14 0.30
13.	12 p	235	349 311	62 −6	287 317	281	427	146	0.15 0.33
14.	12 a	245	391 333	62 −5	329 338	291	463	172	0.15 0.36
14.	12 p	280	422 367	66 1	356 366	323	505	182	0.15 0.36
15.	12 a	297	434 383	68 3	366 380	339	530	191	0.15 0.36
15.	6 p	305	442 389	69 5	373 384	346	539	193	0.15 0.36
1887 III.									
24.	6 p	234	354 346	62 −6	292 352	279	444	165	0.16 0.34
25.	6 a	261	373 363	63 −3	310 366	305	485	180	0.17 0.35
25.	6 p	299	398 364	68 3	330 361	341	518	177	0.15 0.35
25.	12 p	320	401 366	72 7	329 359	360	538	178	0.16 0.35
26.	6 a	335	411 367	73 10	338 357	375	555	180	0.15 0.36
26.	6 p	365	427 371	78 15	349 356	402	574	172	0.14 0.35
27.	12 a	391	423 371	81 20	342 351	426	598	172	0.14 0.35
1887 XII.									
17.	12 a	288	263 249	67 2	196 247	330	435	105	0.15 0.30
17.	12 p	300	300 298	69 4	231 294	342	466	124	0.15 0.30
18.	12 a	294	328 335	68 3	260 332	336	486	150	0.16 0.33
18.	12 p	302	369 348	69 4	300 344	343	501	158	0.15 0.33
1888 III.									
11.	6 a	223	433 406	61 −7	372 413	266	493	227	0.17 0.39
11.	12 a	242	438 447	62 −5	376 452	288	539	251	0.19 0.40
11.	6 p	268	446 469	63 −2	383 471	312	578	266	0.20 0.40
11.	12 p	308	454 482	69 5	385 477	349	615	266	0.20 0.40
12.	6 a	345	468 511	75 12	393 499	384	645	261	0.19 0.37
12.	12 a	380	468 520	80 18	388 502	416	671	255	0.19 0.36
12.	12 p	428	474 510	88 27	386 483	461	703	242	0.18 0.36
1889 III.									
11.	12 p	217	389 275	60 −7	329 282	259	416	157	0.14 0.39
11.	12 a	237	402 303	62 −6	340 309	283	444	161	0.14 0.37
1890 I.									
22.	12 p	219	250 220	60 −7	190 227	261	358	97	0.15 0.30
23.	12 a	250	265 296	63 −4	202 300	296	441	145	0.21 0.34
23.	6 p	276	314 345	65 0	249 345	319	530	211	0.24 0.44
23.	12 p	326	444 406	72 8	372 398	366	594	228	0.17 0.41
24.	12 a	384	462 502	80 19	382 483	420	656	236	0.18 0.35
24.	6 p	379	465 538	79 17	386 521	415	670	255	0.19 0.35
25.	6 a	401	476 521	83 23	393 498	435	680	245	0.18 0.35
28.	6 p	502	468 301	103 43	365 258	526	646	120	0.09 0.33
29.	12 a	505	465 335	104 44	361 291	529	660	131	0.11 0.32

Digitized by Google

Rheinstand zu Kaub			Zugehöriger Lahnstand zu Wetzlar / Moselstand zu Trier			Rheinstand zu Andernach			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Kaub	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1890 XI.									
24.	12 p	275	464 / 245	65 / 0	399 / 245	318	462	144	0.10 / 0.42
25.	6 a	300	466 / 294	69 / 4	397 / 290	342	506	164	0.12 / 0.40
25.	12 a	331	465 / 338	73 / 9	392 / 329	374	548	174	0.13 / 0.38
25.	6 p	375	462 / 358	78 / 17	384 / 341	410	575	165	0.12 / 0.35
1892 I.									
29.	6 p	304	240 / 214	69 / 5	171 / 209	345	430	85	0.14 / 0.29
30.	6 a	312	306 / 222	70 / 5	236 / 217	353	450	97	0.12 / 0.32
30.	12 a	317	352 / 229	71 / 6	281 / 223	357	458	101	0.10 / 0.32
30.	12 p	329	380 / 257	72 / 8	308 / 249	369	480	111	0.10 / 0.32
31.	12 a	338	398 / 271	73 / 10	325 / 261	377	504	127	0.11 / 0.35
31.	12 p	352	426 / 279	76 / 13	350 / 266	390	520	130	0.11 / 0.37
1894 X.									
23.	12 a	279	304 / 156	65 / 0	239 / 156	322	404	82	0.10 / 0.37
23.	6 p	288	376 / 198	67 / 2	309 / 196	331	439	108	0.10 / 0.39
23.	12 p	298	379 / 243	68 / 3	311 / 240	340	460	120	0.11 / 0.36
24.	6 a	308	383 / 283	69 / 5	314 / 278	349	475	126	0.12 / 0.32
1895 III.									
26.	6 p	460	353 / 227	96 / 34	257 / 193	490	577	87	0.10 / 0.32
27.	6 a	480	361 / 281	100 / 39	261 / 242	508	614	106	0.12 / 0.31
27.	12 a	493	366 / 298	103 / 41	263 / 257	520	631	111	0.22 / 0.31
27.	6 p	506	364 / 317	105 / 44	259 / 273	532	645	113	0.12 / 0.30
(1895 III.)									
27.	12 p	518	358 / 333	108 / 47	250 / 286	543	662	119	0.14 / 0.30
28.	6 a	527	383 / 351	109 / 48	274 / 303	551	684	133	0.14 / 0.31
28.	6 p	544	413 / 407	112 / 52	301 / 355	567	728	161	0.15 / 0.32
29.	6 a	565	443 / 463	117 / 57	326 / 406	587	765	178	0.16 / 0.31
29.	6 p	576	450 / 474	119 / 59	331 / 415	597	784	187	0.16 / 0.32
1895 XII.									
7.	6 a	223	447 / 285	62 / −7	385 / 292	266	419	153	0.11 / 0.37
7.	12 a	240	447 / 390	63 / −5	384 / 395	286	486	200	0.15 / 0.36
7.	6 p	268	451 / 426	66 / 0	385 / 426	312	533	221	0.16 / 0.37
7.	12 p	309	450 / 429	71 / 7	379 / 422	350	568	218	0.16 / 0.37
1896 III.									
8.	6 a	226	421 / 282	62 / −6	359 / 288	270	427	157	0.13 / 0.39
8.	6 p	240	417 / 285	63 / −5	354 / 290	286	444	158	0.13 / 0.39
8.	12 p	250	418 / 293	63 / −4	355 / 297	295	455	160	0.13 / 0.39
9.	6 a	260	435 / 302	64 / −2	371 / 304	304	475	171	0.13 / 0.40
9.	12 a	282	444 / 386	67 / 1	377 / 385	325	505	180	0.14 / 0.33
9.	6 p	306	445 / 358	71 / 6	374 / 352	346	545	198	0.15 / 0.41
9.	12 p	344	445 / 386	77 / 13	368 / 373	382	588	206	0.16 / 0.39
1897 II.									
3.	12 a	222	345 / 285	62 / −7	283 / 292	265	400	135	0.14 / 0.33
3.	6 p	238	379 / 436	63 / −5	316 / 441	284	490	206	0.19 / 0.33

Digitized by Google

Rheinstand zu Kaub			Zugehöriger Lahnstand zu Wetzlar Moselstand zu Trier			Rheinstand zu Andernach			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Kaub	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
(1897 II.)									
3.	12 p	252	389 497	63 −4	326 501	297	550	253	0.22 0.36
4.	6 a	268	377 541	66 0	311 541	312	585	273	0.25 0.36
1899 I.									
14.	12 a	218	396 300	62 −7	334 307	261	426	165	0.14 0.38
14.	12 p	235	402 356	62 −5	340 361	281	459	178	0.15 0.35
15.	6 a	243	415 377	63 −5	352 382	289	474	185	0.15 0.35
17.	6 a	400	419 384	83 23	336 361	434	607	173	0.15 0.34
17.	12 a	418	417 411	87 27	330 384	451	625	174	0.15 0.32
17.	6 p	438	417 435	91 30	326 405	469	648	179	0.16 0.32
17.	12 p	452	423 447	91 32	329 415	482	663	181	0.16 0.31
1900 I.									
3.	12 a	224	197 248	62 −6	135 254	268	373	105	0.22 0.30
3.	6 p	231	205 260	62 −6	143 266	276	392	116	0.23 0.31
4.	6 a	245	256 314	63 −4	193 318	291	435	144	0.21 0.32
4.	12 p	250	312 375	63 −4	249 379	295	464	169	0.19 0.32
5.	12 a	247	291 381	63 −4	228 385	292	469	177	0.22 0.33
1900 II.									
20.	12 a	470	427 381	98 37	329 344	499	658	159	0.14 0.33
20.	12 p	464	450 422	97 37	353 385	497	669	176	0.14 0.33
1900 XII.									
8.	6 a	404	409 356	84 24	325 332	438	530	92	0.08 0.20
8.	6 p	436	414 386	90 29	324 357	467	585	118	0.11 0.24
9.	6 a	452	407 407	94 32	313 375	482	607	125	0.12 0.24

Rheinstand zu Kaub			Zugehöriger Lahnstand zu Wetzlar Moselstand zu Trier			Rheinstand zu Andernach			Verhältniszahl zw. Erhöhung u. wirks. Höhe
Eintritt		Höhe	Gesamthöhe	Einflußgrenze	Wirks. Höhe	Gleichwert zu Kaub	Beob. Höhe	Erhöhung	
Tag	Stunde	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1901 III.									
2.	12 a	238	471 353	63 −5	408 358	281	490	206	0.15 0.41
2.	12 p	282	473 386	67 1	406 387	325	548	223	0.16 0.41
3.	12 a	310	478 393	71 7	407 400	351	574	223	0.16 0.40
1901 IX.									
16.	6 p	380	217 358	80 19	137 339	415	555	140	0.29 0.30
17.	6 a	385	222 365	81 20	141 345	420	562	142	0.29 0.29
1902 II.									
8.	12 a	233	324 259	62 −6	262 265	279	404	125	0.14 0.34
8.	12 p	263	371 397	64 −2	307 399	307	502	195	0.18 0.35
9.	12 a	298	376 431	70 5	306 426	340	558	218	0.20 0.37
9.	6 p	332	378 447	74 10	304 437	371	584	213	0.20 0.35
9.	12 p	351	378 454	77 14	301 440	389	603	214	0.20 0.35
1903 I.									
4.	6 a	268	301 244	66 0	235 244	312	430	118	0.15 0.34
4.	6 p	268	314 315	66 0	248 315	312	455	143	0.17 0.32
5.	6 a	278	372 333	67 1	305 332	321	488	167	0.16 0.36
5.	6 p	308	416 363	71 7	345 356	349	550	201	0.17 0.40
6.	6 a	350	446 417	77 14	369 403	388	593	205	0.16 0.36
6.	6 p	386	442 433	81 20	361 413	421	614	193	0.15 0.33
1906 I.									
8.	12 a	231	324 342	62 −6	262 348	276	447	171	0.19 0.35
8.	6 p	252	336 353	63 −4	273 357	297	475	178	0.19 0.36
8.	12 p	274	355 374	66 0	289 374	317	503	186	0.18 0.36
9.	12 a	303	385 403	70 5	315 398	344	537	193	0.18 0.35

Digitized by Google

21. Stundenzahlen des Eintritts zusammengehöriger Wasserstände

zu Maxau, Mannheim (Neckarmündung), Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim.*)

Stundenzahlen d. Eintritts zu Maxau	Zugehörige Stundenzahlen bei einem Rheinstande zu Maxau von:																	
	350–500			500–550			550–600			600–650			650–700			700–750		
	in Mannheim	in Plochingen	in Pforzh. Gaild. Crlhm	in Mannheim	in Plochingen	in Pforzh. Gaild. Crlhm	in Mannheim	in Plochingen	in Pforzh. Gaild. Crlhm	in Mannheim	in Plochingen	in Pforzh. Gaild. Crlhm	in Mannheim	in Plochingen	in Pforzh. Gaild. Crlhm	in Mannheim	in Plochingen	in Pforzh. Gaild. Crlhm
	Bei niedrigen Neckarständen (unter 300 cm zu Diedesheim):																	
09	04	02_{v}	23_{v}	05	03_{v}	24_{v}	07_{n}	05_{v}	02_{v}	09_{n}	07_{v}	04_{v}	12_{n}	10_{v}	07_{v}	16_{n}	14	11
12	07_{n}	05_{v}	02_{v}	08_{n}	06_{v}	03_{v}	10_{n}	08_{v}	05_{v}	12_{n}	10_{v}	07_{v}	15_{n}	13_{v}	10	19_{n}	17	14
15	10_{n}	08_{v}	05_{v}	11_{n}	09	06_{v}	13_{n}	11	08_{v}	15_{n}	13	10	18_{n}	16	13	22_{n}	20	17
18	13_{n}	11	08_{v}	14_{n}	12	09	16_{n}	14	11	18_{n}	16	13	21_{n}	19	16	01_{n}	23	20
21	16_{n}	14	11	17_{n}	15	12	19_{n}	17	14	21_{n}	19	16	24_{n}	22	19	04_{n}	02	23
24	19_{n}	17	14	20_{n}	18	15	22_{n}	20	17	24_{n}	22	19	03_{n}	01	22	07_{nn}	05	02
03	22_{n}	20	17	23_{n}	21	18	01_{n}	23	20	03_{n}	01	22	06_{n}	04	01	10_{nn}	08_{n}	05
06	01_{n}	23	20	02_{n}	24	21	04_{n}	02	23	06_{n}	04	01	09_{nn}	07	04	13_{nn}	11_{n}	08_{n}
	Bis zur Überflutung der Neckarufer (300 bis 600 cm zu Diedesheim):																	
09	04	04_{v}	01_{v}	05	05_{v}	02_{v}	07_{n}	07_{v}	04_{v}	09_{n}	09	06_{v}	12_{n}	12	09	16_{n}	16	13
12	07_{n}	07_{v}	04_{v}	08_{n}	08_{v}	05_{v}	10_{n}	10	07_{v}	12_{n}	12	09	15_{n}	15	12	19_{n}	19	16
15	10_{n}	10	07_{v}	11_{n}	11	08_{v}	13_{n}	13	10	15_{n}	15	12	18_{n}	18	15	22_{n}	22	19
18	13_{n}	13	10	14_{n}	14	11	16_{n}	16	13	18_{n}	18	15	21_{n}	21	18	01_{n}	01	22
21	16_{n}	16	13	17_{n}	17	14	19_{n}	19	16	21_{n}	21	18	24_{n}	24	21	04_{n}	04	01
24	19_{n}	19	16	20_{n}	20	17	22_{n}	22	19	24_{n}	24	21	03_{n}	03	24	07_{nn}	07_{n}	04
03	22_{n}	22	19	23_{n}	23	20	01_{n}	01	22	03_{n}	03	24	06_{n}	06	03	10_{nn}	10_{n}	07_{n}
06	01_{n}	01	22	02_{n}	02	23	04_{n}	04	01	06_{n}	06	03	09_{nn}	09_{n}	06	13_{nn}	13_{n}	10_{n}
	Nach eingetretener Überflutung (über 600 cm Diedesheim):																	
09	04	05_{v}	02_{v}	05	06_{v}	03_{v}	07_{n}	08	05_{v}	09_{n}	10	07_{v}	12_{n}	13	10	16_{n}	17	14
12	07_{n}	08_{v}	05_{v}	08_{n}	09	06_{v}	10_{n}	11	08_{v}	12_{n}	13	10	15_{n}	16	13	19_{n}	20	17
15	10_{n}	11	08_{v}	11_{n}	12	09	13_{n}	14	11	15_{n}	16	13	18_{n}	19	16	22_{n}	23	20
18	13_{n}	14	11	14_{n}	15	12	16_{n}	17	14	18_{n}	19	16	21_{n}	22	19	01_{n}	02	23
21	16_{n}	17	14	17_{n}	18	15	19_{n}	20	17	21_{n}	22	19	24_{n}	01	22	04_{n}	05	02
24	19_{n}	20	17	20_{n}	21	18	22_{n}	23	20	24_{n}	01	22	03_{n}	04	01	07_{nn}	08_{n}	05
03	22_{n}	23	20	23_{n}	24	21	01_{n}	02	23	03_{n}	04	01	06_{n}	07_{n}	04	10_{nn}	11_{n}	08_{n}
06	01_{n}	02	23	02_{n}	03	24	04_{n}	05	02	06_{n}	07_{n}	04	09_{nn}	10_{n}	07_{n}	13_{nn}	14_{n}	11_{n}

*) Die dem Meldetag um einen oder zwei Tage vorausgehenden oder folgenden Stundenzahlen sind je nachdem mit v oder vv, mit n oder nn versehen; die Stundenzahlen des Meldetages besitzen keine Indices.

Digitized by Google

22. Neckarhöhen zu Diedesheim

aus zusammengehörigen Wasserständen zu Plochingen, Pforzheim, Gaildorf und Crailsheim.

Wasserstände zu Plochingen, Pforzheim, Gaildorf u. Crailsheim	Wasserlieferung des oberen Neckars	Wasserlieferung der Enz	Wasserlieferung des Kochers	Wasserlieferung der Jagst	Wasserstände zu Plochingen, Pforzheim, Gaildorf u. Crailsheim	Wasserlieferung des oberen Neckars	Wasserlieferung der Enz	Wasserlieferung des Kochers	Wasserlieferung der Jagst	Abflußmengen und entsprechende Wasserstände des Neckars zu Diedesheim: Menge	Höhe	Menge	Höhe	Menge	Höhe	Menge	Höhe
cm	cbm	cbm	cbm	cbm	cm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cm	cbm	cm	cbm	cm	cbm	cm
20	.	.	10	.	250	160	430	170*	150	200	185	500	345	800	465	1100	565
40	.	.	10	.	260	170	480	180	180	210	190	510	350	810	470	1110	565
60	.	.	20	.	270	190	530	190	200	220	200	520	355	820	475	1120	570
80	10	10	30	.	280	200	580	200	230	230	205	530	360	830	480	1130	570
90	10	20	30	.	290	220	630	220	260	240	210	540	365	840	480	1140	575
100	10	20	40	.	300	230	690	230	280	250	215	550	365	850	485	1150	575
110	20	30	40	10	310	250	.	250	310	260	220	560	370	860	490	1160	580
120	30	40	50	10	320	270	.	260	340	270	225	570	375	870	490	1170	585
130	30	50	50	20	330	290*	.	280	370	280	230	580	380	880	495	1180	585
140	40	60	60	20	340	300	.	290	390	290	240	590	385	890	500	1190	590
150	50	70	60	30	350	320	.	310	420	300	245	600	390	900	500	1200	590
160	60	80	70	40	360	350	.	320	450	310	250	610	390	910	505	1210	595
170	70	100	80	50	370	370	.	340	470	320	255	620	395	920	510	1220	595
180	80	120	90	60	380	400	.	350	500	330	260	630	400	930	510	1230	600
190	90	150	100	70	390	430	.	360	.	340	265	640	405	940	515	1240	600
200	100	190	110	80*	400	460	.	380	.	350	270	650	410	950	515	1250	600
210	110	230	120	.	410	490	.	390	.	360	275	660	415	960	520	1260	605
220	120	280	130	90	420	520	.	410	.	370	280	670	415	970	525	1270	605
230	130	330	140	100	430	540	.	420	.	380	285	680	420	980	530	1280	605
240	150	380	150	120	440	.	.	430	.	390	290	690	425	990	530	1290	610
					450	.	.	450	.	400	295	700	430	1000	535	1300	610
					460	.	.	470	.	410	300	710	435	1010	535	1310	615
					470	.	.	480	.	420	305	720	435	1020	540	1320	615
					480	.	.	500	.	430	310	730	440	1030	545	1330	615
										440	315	740	445	1040	545	1340	620
										450	320	750	450	1050	550	1350	620
										460	325	760	450	1060	550	1360	625
										470	330	770	455	1070	555	1370	625
										480	335	780	460	1080	560	1380	625
										490	340	790	465	1090	560	1390	630

* Bei den mit Stern bezeichneten Höhen beginnt die Überflutung der Vorländer.

Digitized by Google

23. Rheinhöhen zu Mannheim (Neckarmündung)

aus zusammengehörigen Wasserständen zu Maxau und Diedesheim.

Rheinstände Maxau in cm	Neckarstände Diedesheim in Centimeter																			
	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440
	Rheinhöhen in Mannheim (Neckarmündung) in Centimeter.																			
350	379	382	385	389	382	395	398	401	405	408	411	414	418	421	424	428	431	435	438	441
360	389	392	395	399	402	405	408	411	415	418	421	425	429	433	436	440	443	446	450	453
370	400	403	406	409	412	415	418	422	425	428	432	436	440	444	447	451	454	457	461	464
380	410	413	416	419	422	425	428	432	435	439	442	446	450	454	457	461	464	467	471	474
390	420	423	426	429	432	435	438	442	445	449	452	456	460	464	468	472	475	478	482	485
400	430	433	436	439	442	445	448	452	455	458	462	466	470	474	478	482	485	488	492	495
410	440	443	446	449	452	455	458	462	465	468	472	476	480	484	488	492	495	499	502	505
420	450	453	456	459	462	465	468	472	476	479	483	487	491	495	498	502	505	509	512	515
430	460	463	466	469	472	475	478	482	486	489	493	497	501	505	508	512	515	519	523	526
440	470	473	476	480	483	486	489	493	496	499	503	507	511	515	518	522	525	529	533	536
450	479	482	485	489	492	495	498	502	506	509	513	516	520	524	527	531	535	539	543	546
460	489	492	495	499	502	505	508	512	516	518	523	526	530	534	537	541	545	549	553	556
470	499	502	505	509	512	515	518	522	526	529	533	536	540	544	547	551	555	559	563	566
480	508	511	514	518	521	524	528	532	536	539	543	546	550	554	557	561	565	569	573	576
490	518	521	524	528	531	534	537	541	545	548	552	555	559	563	566	570	573	577	581	584
500	527	530	534	537	540	544	547	551	554	557	561	565	569	573	576	580	583	587	590	593
510	537	540	543	547	550	553	556	560	564	567	571	574	578	582	585	589	592	596	599	602
520	546	549	553	556	559	563	566	570	574	577	581	584	588	592	595	599	602	606	609	612
530	556	559	563	566	569	573	576	580	583	586	590	593	597	601	604	608	611	615	618	621
540	566	569	572	576	579	582	585	589	593	596	600	603	607	610	613	617	620	624	627	630
550	576	579	582	586	589	592	595	599	603	606	610	613	616	620	623	626	629	633	636	639
560	586	589	592	596	599	602	605	609	613	616	620	623	626	630	633	636	639	642	646	649
570	595	598	602	605	608	612	615	619	623	626	630	633	636	639	642	645	648	651	655	658
580	605	608	611	615	618	621	624	628	632	635	639	642	645	649	652	655	658	661	664	667
590	615	618	622	625	628	632	635	639	642	645	649	652	655	658	661	664	667	670	673	676
600	624	627	631	634	637	641	644	648	651	654	658	661	664	668	671	674	677	680	683	685
610	634	637	641	645	648	652	655	658	662	665	668	671	674	677	680	683	686	689	692	695
620	644	647	651	655	658	662	665	668	671	674	677	680	683	687	690	693	696	699	702	704
630	654	657	661	664	667	671	674	677	681	684	687	690	693	696	699	702	705	708	711	714
640	664	667	671	674	677	681	684	687	691	694	697	700	703	706	709	712	715	718	721	723
650	674	677	681	684	687	691	694	697	700	703	706	709	712	715	718	721	724	727	730	732
660	684	687	690	694	697	700	703	706	710	713	716	719	722	725	727	730	733	736	739	742
670	694	697	700	704	707	710	713	716	720	723	726	729	732	735	737	740	743	746	749	751
680	705	708	711	714	717	720	723	726	729	732	735	738	741	744	746	749	752	755	758	760
690	715	718	721	724	726	729	732	735	739	742	745	748	750	753	755	758	761	764	767	769
700	725	728	731	734	736	739	742	745	749	752	755	757	760	762	765	767	770	773	776	778
710	735	738	741	744	746	749	752	755	759	762	765	767	770	772	775	777	780	782	785	787
720	746	749	751	754	756	759	762	765	768	771	774	777	779	782	784	787	789	792	794	797
730	756	759	762	765	767	770	773	776	779	781	784	787	789	792	794	797	799	801	803	806
740	767	770	772	775	777	780	783	785	788	790	793	796	798	801	803	806	808	811	813	816

Digitized by Google

Fortsetzung von Tabelle 23.

Rheinstände Maxau in cm	Neckarstände Diedesheim in Centimeter																			
	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640
	Rheinhöhen in Mannheim (Neckarmündung) in Centimeter.																			
350	445	449	453	457	460	464	467	471	474	477	481	484	486	489	491	494	497	500	503	505
360	456	459	463	467	470	474	477	481	485	488	492	494	497	499	502	504	507	510	513	515
370	467	470	474	478	481	485	488	491	494	497	502	504	507	509	512	514	517	520	523	525
380	477	481	485	489	492	496	499	503	506	509	513	515	518	520	523	525	528	530	533	535
390	488	491	495	499	502	506	509	513	517	520	523	526	528	530	532	534	537	540	543	545
400	498	501	505	509	512	516	519	523	526	529	533	535	537	539	542	544	547	550	553	555
410	509	512	516	520	523	527	530	533	537	540	543	545	547	549	552	554	557	560	563	565
420	519	522	526	530	533	537	540	543	547	550	553	555	557	559	562	564	567	570	573	575
430	530	533	537	540	543	547	550	553	557	560	563	565	567	569	572	574	577	580	583	585
440	540	543	547	550	553	557	560	563	567	570	573	575	577	579	582	584	587	589	592	594
450	550	553	557	560	563	567	570	573	577	580	583	585	587	589	591	593	596	599	602	604
460	560	563	566	570	573	576	579	582	586	589	592	594	597	599	602	604	607	609	612	614
470	570	573	576	580	583	586	589	591	595	598	602	604	607	609	612	614	617	619	622	624
480	579	582	585	589	592	595	598	602	605	608	612	614	616	618	621	623	626	628	631	633
490	588	591	594	598	601	604	607	611	615	618	622	624	626	628	631	633	636	638	641	643
500	597	600	603	607	610	613	616	620	624	628	631	633	635	637	640	642	645	647	650	652
510	606	609	613	616	619	623	626	630	633	636	640	642	645	647	650	652	654	657	659	662
520	616	619	622	626	629	632	635	639	642	645	649	652	654	657	659	661	664	666	669	671
530	625	628	631	635	638	641	644	648	651	654	658	660	663	665	668	670	673	675	678	680
540	634	637	640	644	647	650	653	657	660	663	667	670	672	675	677	680	682	685	687	690
550	643	646	650	653	656	660	663	666	670	673	676	679	681	684	686	689	691	694	696	699
560	652	655	659	662	665	669	672	675	679	682	685	688	691	694	696	699	701	703	705	708
570	661	664	668	671	674	678	681	684	688	691	694	697	700	703	705	708	710	712	714	717
580	670	673	677	680	683	687	690	693	697	700	703	706	709	712	714	717	719	721	723	726
590	679	682	686	689	692	696	699	702	706	709	712	715	718	721	723	726	728	730	732	735
600	688	691	695	698	701	705	708	711	715	718	721	724	726	729	731	734	736	739	741	744
610	698	701	704	708	711	714	717	720	724	727	730	733	735	738	740	743	745	747	749	752
620	707	710	713	716	719	722	725	728	732	735	738	741	743	746	748	751	753	755	757	760
630	717	720	723	726	728	731	734	737	741	744	747	749	752	754	757	759	761	763	765	768
640	726	729	732	735	737	740	743	746	749	752	755	757	760	762	765	767	769	771	773	775
650	735	738	741	744	746	749	752	755	758	761	764	766	768	770	773	775	777	779	781	783
660	745	747	750	752	755	757	760	763	766	768	771	773	775	777	780	782	784	786	788	790
670	754	756	759	761	764	766	769	771	774	776	779	781	783	785	787	789	791	793	795	797
680	763	765	768	770	773	775	777	779	781	784	786	788	790	792	794	796	798	800	801	803
690	772	774	777	779	782	784	786	788	790	792	794	796	798	800	802	804	806	807	809	810
700	781	783	786	788	791	793	795	797	798	800	802	804	806	807	809	811	813	815	816	818
710	790	792	795	797	800	802	804	805	807	808	810	812	814	816	818	820	822	823	825	826
720	799	801	803	805	808	810	812	814	815	817	819	821	823	824	826	828	829	831	832	833
730	808	810	812	815	817	819	821	823	824	826	828	830	831	833	834	836	837	839	840	841
740	818	820	822	824	826	828	830	832	834	836	838	839	841	842	843	845	846	848	849	850

Digitized by Google

24. Stundenzahlen des Eintritts zusammengehöriger Wasserstände

zu Maxau, Mainz, Diedesheim und Lohr*).

Stundenzahlen d. Eintritts zu Maxau	Zugehörige Stundenzahlen bei einem Rheinstande zu Maxau von: 350—300					500—550					550—600					600—650					650—700					700—750				
	in Mainz	in Diedesh.	in Lohr b. Mainständ. bis 350	350-500	500-600	in Mainz	in Diedesh.	in Lohr b. Mainständ. bis 350	350-500	500-600	in Mainz	in Diedesh.	in Lohr b. Mainständ. bis 350	350-500	500-600	in Mainz	in Diedesh.	in Lohr b. Mainständ. bis 350	350-500	300-600	in Mainz	in Diedesh.	in Lohr b. Mainständ. bis 350	350-500	300-600	in Mainz	in Diedesh.	in Lohr b. Mainständ. bis 350	330-500	500-600
	8 Stdn. später als Maxau					8 Stdn. später als Maxau					13 Stdn. später als Maxau					13 Stdn. später als Maxau					13 Stdn. später als Maxau					22 Stdn. später als Maxau				
	bei Neckarständen zwischen 250 und 300 cm Diedesheim:																													
09	22 n	14	17	15	10	22 n	13	18	16	11	23 n	17	19	17	12	01 n	19	21	19	14	05 n	22	01	23	18	10 nn	02	06	04	23
12	01 n	17	20	18	13	01 n	18	21	19	14	02 n	20	22	20	15	04 n	22	24	22	17	08 nn	01	04	02	21	13 nn	05	09 n	07 n	02
15	04 n	20	23	21	16	04 n	21	24	22	17	05 n	23	01	23	18	07 nn	01	03	01	20	11 nn	04	07 n	05	24	16 nn	08 n	12 n	10 n	05
18	07 nn	23	02	24	19	07 nn	24	03	01	20	08 nn	02	04	02	21	10 nn	04	06	04	23	14 nn	07 n	10 n	08 n	03	19 nn	11 n	15 n	13 n	08 n
21	10 nn	02	05	03	22	10 nn	03	06	04	23	11 nn	05	07 n	05	24	13 nn	07 n	09 n	07 n	02	17 nn	10 n	13 n	11 n	06	22 nn	14 n	18 n	16 n	11 n
24	13 nn	05	08 n	06	01	13 nn	06	09 n	07 n	02	14 nn	08 n	10 n	08 n	03	16 nn	10 n	12 n	10 n	05	20 nn	13 n	16 n	14 n	09 n	01 nn	17 n	21 n	19 n	14 n
03	16 nn	08 n	11 n	09 n	04	16 nn	09 n	12 n	10 n	03	17 nn	11 n	13 n	11 n	06	19 nn	13 n	15 n	13 n	08 n	23 nn	16 n	19 n	17 n	12 n	04 nn	20 n	24 n	22 n	17 n
06	19 nn	11 n	14 n	12 n	07 n	19 nn	12 n	15 n	13 n	08 n	20 nn	14 n	16 n	14 n	09 n	22 nn	16 n	18 n	16 n	11 n	02 nn	19 n	22 n	20 n	15 n	07 nnn	23 n	03 n	01 n	20 n
	bei Neckarständen zwischen 300 und 400 cm Diedesheim:																													
09	21 n	16	17	15	10	21 n	17	17	15	10	23 n	19	19	17	12	02 n	21	22	20	15	05 n	24	01	23	18	10 nn	04	06	04	23
12	24 n	19	20	18	13	24 n	20	20	18	13	02 n	22	22	20	15	05 n	24	01	23	18	08 n	03	04	02	21	13 nn	07 n	09 n	07 n	02
15	03 n	22	23	21	16	03 n	23	23	21	16	03 n	01	01	23	18	08 nn	05	04	02	21	11 n	06	07 n	05	24	16 nn	10 n	12 n	10 n	05
18	06 n	01	02	24	19	06 n	02	02	24	19	08 nn	04	04	02	21	11 nn	06	07 n	05	24	14 n	09 n	10 n	08 n	03	19 nn	13 n	15 n	13 n	08 n
21	09 nn	04	05	03	22	09 nn	05	05	03	22	11 nn	07 n	07 n	03	24	14 nn	09 n	10 n	08 n	03	17 n	12 n	13 n	11 n	06	22 nn	16 n	18 n	16 n	11 n
24	12 nn	07 n	08 n	06	01	12 nn	08 n	08 n	06	01	14 nn	10 n	10 n	08 n	03	17 nn	12 n	13 n	11 n	06	20 n	15 n	16 n	14 n	09 n	01 nn	19 n	21 n	19 n	14 n
03	15 nn	10 n	11 n	09 n	04	15 nn	11 n	11 n	09 n	04	17 nn	13 n	13 n	11 n	06	20 nn	15 n	16 n	14 n	09 n	23 n	18 n	19 n	17 n	12 n	04 nn	22 n	24 n	22 n	17 n
06	18 nn	13 n	14 n	12 n	07 n	18 nn	14 n	14 n	12 n	07	20 nn	16 n	16 n	14 n	09 n	23 nn	18 n	19 n	17 n	12 n	02 n	21 n	22 n	20 n	15 n	07 nnn	01 n	03 n	01 n	20 n
	bei Neckarständen zwischen 400 und 500 cm Diedesheim:																													
09	21 n	18	17	15	10	21 n	19	17	15	10	23 n	21	19	17	12	02 n	23	22	20	13	03 n	02	01	23	18	11 nn	06	07 n	05	24
12	24 n	21	20	18	13	24 n	22	20	18	13	02 n	21	22	20	15	05 n	02	01	23	18	08 nn	05	04	02	21	14 nn	09 n	10 n	08 n	03
15	03 n	24	23	21	16	03 n	01	23	21	16	05 n	03	01	23	18	08 nn	05	04	02	21	11 nn	08 n	07 n	03	24	17 nn	12 n	13 n	11 n	06
18	06 n	03	02	24	19	06 n	04	02	24	19	08 nn	06	04	02	21	11 nn	08 n	07 n	05	24	14 nn	11 n	10 n	08 n	03	20 nn	15 n	16 n	14 n	09 n
21	09 nn	06	05	03	22	09 nn	07 n	05	03	22	11 nn	09 n	07 n	05	24	14 nn	11 n	10 n	08 n	03	17 nn	14 n	13 n	11 n	06	23 nn	18 n	19 n	17 n	12 n
24	12 nn	09 n	08 n	06	01	12 nn	10 n	08 n	06	01	14 nn	12 n	10 n	08 n	03	17 nn	14 n	13 n	11 n	06	20 nn	17 n	16 n	14 n	09 n	02 nn	21 n	22 n	20 n	15 n
03	15 nn	12 n	11 n	09 n	04	15 nn	13 n	11 n	09 n	04	17 nn	13 n	13 n	11 n	06	20 nn	17 n	16 n	14 n	09 n	23 nn	20 n	19 n	17 n	12 n	05 nn	24 n	01 n	23 n	18 n
06	18 nn	13 n	14 n	12 n	07 n	18 nn	16 n	14 n	12 n	07 n	20 nn	18 n	16 n	14 n	09 n	23 nn	20 n	19 n	17 n	12 n	02 nn	23 n	22 n	20 n	13 n	08 nnn	03 n	04 n	02 n	21 n
	bei Neckarständen zwischen 300 und 600 cm Diedesheim:																													
09	21 n	18	16	14	09	22 n	19	18	16	11	24 n	21	20	18	13	03 n	23	23	21	16	06 n	02	02	24	19	11 nn	06	07 n	05	24
12	24 n	21	19	17	12	01 n	22	21	19	14	03 n	24	23	21	16	06 n	02	02	24	19	09 nn	05	05	03	22	14 nn	09 n	10 n	08 n	03
15	03 n	24	22	20	15	04 n	01	24	22	17	06 n	03	02	24	19	09 nn	05	05	03	22	12 nn	08 n	08 n	06	01	17 nn	12 n	13 n	11 n	06
18	06 n	03	01	23	18	07 nn	04	03	01	20	09 nn	06	05	03	22	12 nn	08 n	08 n	06	01	15 nn	11 n	11 n	09 n	04	20 nn	15 n	16 n	14 n	09 n
21	09 nn	06	04	02	21	10 nn	07 n	06	04	23	12 nn	09 n	08 n	06	01	15 nn	11 n	11 n	09 n	04	18 nn	14 n	14 n	12 n	07 n	23 nn	18 n	19 n	17 n	12 n
24	12 nn	09 n	07 n	05	24	13 nn	10 n	09 n	07 n	02	15 nn	12 n	11 n	09 n	04	18 nn	14 n	14 n	12 n	07 n	21 nn	17 n	17 n	15 n	10 n	02 nn	21 n	22 n	20 n	15 n
03	15 nn	12 n	10 n	08 n	03	16 nn	13 n	12 n	10 n	05	18 nn	15 n	14 n	12 n	07 n	21 nn	17 n	17 n	15 n	10 n	24 nn	20 n	20 n	18 n	13 n	05 nn	24 n	01 n	23 n	18 n
06	18 nn	15 n	13 n	11 n	06	19 nn	16 n	15 n	13 n	08 n	21 nn	18 n	17 n	15 n	10 n	24 nn	20 n	20 n	18 n	13 n	03 nn	23 n	23 n	21 n	16 n	08 nnn	03 n	04 n	02 n	21 n
	bei Neckarständen zwischen 600 und 700 cm Diedesheim:																													
09	21 n	17	16	14	09	22 n	18	18	16	11	24 n	20	20	18	13	04 n	22	24	22	17	07 nn	01	03	01	20	12 nn	05	08 n	06	01
12	24 n	20	19	17	12	01 n	21	21	19	14	03 n	23	23	21	16	07 nn	01	03	01	20	10 nn	04	06	04	23	13 nn	08 n	11 n	09 n	04
15	03 n	23	22	20	15	04 n	24	24	22	17	06 n	02	02	24	19	10 nn	04	06	04	23	13 nn	07 n	09 n	07 n	02	18 nn	11 n	14 n	12 n	07 n
18	06 n	02	01	23	18	07 nn	03	03	01	20	09 nn	05	05	03	22	13 nn	07 n	09 n	07 n	02	16 nn	10 n	12 n	10 n	05	21 nn	14 n	17 n	15 n	10 n
21	09 nn	05	04	02	21	10 nn	06	06	04	23	12 nn	08 n	08 n	06	01	16 nn	10 n	12 n	10 n	05	19 nn	13 n	15 n	13 n	08 n	24 nn	17 n	20 n	18 n	13 n
24	12 nn	08 n	07 n	05	24	13 nn	09 n	09 n	07 n	02	15 nn	11 n	11 n	09 n	04	19 nn	13 n	15 n	13 n	08 n	22 nn	16 n	18 n	16 n	11 n	03 nn	20 n	23 n	21 n	16 n
03	15 nn	11 n	10 n	08 n	03	16 nn	12 n	12 n	10 n	05	18 nn	14 n	14 n	12 n	07 n	22 nn	16 n	18 n	16 n	11 n	01 nn	19 n	21 n	19 n	14 n	06 nn	23 n	02 n	24 n	19 n
06	18 nn	14 n	13 n	11 n	06	19 nn	15 n	15 n	13 n	08 n	21 nn	17 n	17 n	15 n	10 n	01 nn	19 n	21 n	19 n	14 n	04 nn	22 n	24 n	22 n	17 n	09 nnn	02 n	05 n	03 n	22 n

*) Die dem Meldetag um einen oder zwei Tage vorangehenden oder folgenden Stundenzahlen sind je nachdem mit v oder vv, mit n oder nn versehen; die Stundenzahlen des Meldetages besitzen keine Indices.

Digitized by Google

25. Rheinhöhen zu Mainz aus zusammengehörigen Wasserständen

zu Maxau, Diedesheim und Lohr.

Rheinstände Maxau in cm	Neckarstände in Diedesheim in Centimeter:																			
	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440
	Oberrhein- und Neckaranteil an der Rheinhöhe in Mainz in Centimeter:																			
350	134	137	139	141	143	145	147	148	150	151	152	154	156	158	160	163	166	168	171	174
360	141	144	146	148	150	152	154	155	156	157	158	160	162	164	167	170	172	175	178	180
370	148	150	153	155	157	159	160	162	163	165	166	167	169	171	174	176	179	182	184	187
380	154	157	160	162	164	165	167	168	169	170	172	173	175	177	180	183	185	188	190	193
390	160	163	165	167	169	171	172	173	175	176	178	180	182	184	187	189	192	194	197	199
400	166	168	171	173	175	177	179	181	182	183	185	187	189	191	193	196	198	202	203	206
410	173	176	178	180	182	183	185	187	188	190	192	193	195	197	199	202	204	207	210	212
420	179	181	184	186	188	190	191	193	194	196	197	199	201	204	206	209	212	214	216	219
430	186	189	191	193	194	196	198	199	201	203	205	206	208	210	213	215	218	220	223	225
440	191	194	196	198	200	202	204	205	207	208	210	212	214	217	219	222	225	227	229	232
450	198	200	202	204	206	208	210	212	214	216	218	220	222	224	227	229	231	234	236	238
460	203	205	208	210	212	214	216	218	220	222	224	226	228	230	233	235	238	240	242	244
470	209	212	214	216	218	220	222	224	226	228	230	232	235	237	239	242	244	246	248	251
480	215	218	220	222	224	226	228	230	232	234	237	239	241	244	246	248	250	253	255	257
490	222	224	226	229	231	233	235	237	239	241	244	246	248	250	252	255	257	259	261	263
500	228	230	233	235	237	239	241	243	245	247	250	252	254	256	258	261	263	265	267	270
510	234	237	239	241	243	245	248	250	252	254	256	258	260	263	265	267	269	271	274	276
520	240	242	245	247	249	251	254	256	258	260	262	264	267	269	271	273	275	278	280	282
530	247	249	251	253	255	257	259	261	263	266	268	270	273	275	277	279	281	284	286	288
540	252	255	257	259	261	264	266	268	270	273	275	277	279	281	283	286	288	290	292	294
550	259	262	264	266	268	270	272	275	277	279	281	283	285	288	290	292	294	296	298	301
560	265	267	270	272	275	277	279	281	283	285	287	289	291	294	296	298	300	302	304	307
570	272	274	276	279	281	283	285	287	289	291	294	296	298	300	302	304	306	308	310	313
580	279	281	283	285	288	290	291	293	295	297	299	301	303	306	308	310	312	314	317	319
590	285	287	290	291	293	295	297	299	301	303	305	308	310	312	314	316	318	320	323	325
600	291	294	296	298	300	302	304	306	308	310	312	314	316	318	320	322	324	326	328	331
610	298	300	302	304	306	308	311	312	314	316	318	320	322	325	327	329	331	333	335	338
620	304	306	309	311	313	315	317	319	321	323	324	326	328	331	333	335	337	340	342	344
630	311	313	315	317	319	321	323	325	327	329	331	333	336	338	340	342	344	346	349	351
640	317	319	321	323	325	327	329	331	333	335	338	340	342	344	346	348	351	353	355	357
650	323	326	328	330	332	334	336	338	339	341	343	345	348	350	352	355	357	359	361	364
660	330	332	334	336	338	340	342	344	346	347	349	351	354	357	359	362	364	366	368	370
670	337	340	342	344	345	347	349	350	352	354	356	358	360	363	366	368	370	372	374	376
680	343	346	348	350	352	353	355	356	358	360	362	364	367	369	372	374	376	378	380	382
690	350	352	354	356	358	359	361	362	364	366	368	370	373	375	378	380	382	384	386	388
700	356	358	360	362	364	366	367	369	370	372	374	376	379	381	384	386	388	390	392	393
710	362	365	367	369	370	372	373	375	376	378	380	383	385	388	390	392	394	396	397	399
720	368	370	372	374	375	377	378	380	381	383	385	387	390	392	395	397	399	400	402	403
730	373	375	377	378	380	382	383	385	386	388	390	392	395	397	399	401	403	404	406	407
740	378	380	381	383	384	386	388	389	390	392	393	396	398	400	402	404	406	407	409	410

Digitized by Google

Fortsetzung von Zahlentafel 25.

Rheinstände Maxau in cm	Neckarstände in Diedesheim in Centimeter:																				
	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650
	Oberrhein- und Neckaranteil an der Rheinhöhe in Mainz in Centimeter:																				
350	176	179	181	183	185	187	190	192	195	197	199	201	203	205	207	209	211	213	215	217	218
360	183	185	187	189	192	194	196	198	201	203	205	208	210	212	214	217	219	220	222	224	225
370	189	191	194	196	198	200	203	205	207	210	212	214	216	218	220	222	224	226	228	230	231
380	195	198	200	202	204	207	209	212	214	216	218	221	223	225	227	229	231	233	234	236	237
390	201	204	206	208	210	213	215	217	220	222	225	227	229	231	233	235	237	239	241	242	243
400	208	210	212	215	217	219	221	224	226	228	231	233	236	238	240	242	244	245	247	248	249
410	214	216	219	221	223	226	228	231	233	236	238	240	243	245	247	249	251	253	254	256	257
420	221	223	225	227	229	232	234	237	239	241	244	246	249	251	253	254	256	258	260	261	263
430	227	229	232	234	236	239	241	244	246	248	251	253	255	257	259	261	263	264	266	267	269
440	234	236	238	240	242	245	247	250	252	255	257	259	261	263	266	267	269	271	273	274	275
450	240	242	244	247	249	251	254	256	259	261	263	266	268	270	272	274	276	277	279	280	282
460	247	249	251	253	256	258	260	263	265	267	270	272	274	276	278	280	282	283	285	286	288
470	253	255	257	260	262	264	267	269	271	274	276	278	281	283	285	287	288	290	292	293	294
480	259	262	264	266	268	271	273	275	277	280	282	284	287	289	291	293	295	297	298	299	300
490	266	268	270	272	275	277	279	282	284	287	289	291	294	296	298	300	301	303	305	306	307
500	272	274	276	278	281	283	285	287	290	292	294	297	299	301	303	305	307	309	311	312	313
510	278	280	283	285	287	289	292	294	296	299	301	303	305	307	309	311	313	315	317	318	320
520	285	287	289	291	293	295	298	300	302	305	307	309	311	313	315	317	319	321	323	324	326
530	291	293	295	297	300	302	304	306	309	311	313	315	317	319	322	324	326	328	330	331	332
540	296	299	301	303	306	308	310	312	315	317	319	321	323	325	328	330	332	333	335	336	337
550	303	305	307	309	312	314	316	318	321	323	325	327	329	331	333	335	337	339	341	343	344
560	309	311	314	316	318	321	323	325	327	329	331	333	335	337	339	341	343	345	347	348	350
570	315	317	320	322	325	327	329	331	333	335	336	338	340	342	345	347	349	351	353	355	356
580	321	324	326	328	331	333	335	337	339	341	343	345	347	349	351	353	355	357	359	361	362
590	328	330	332	335	337	339	341	343	344	346	348	350	352	355	357	359	361	363	365	366	368
600	333	336	338	340	343	345	347	349	351	353	354	356	358	360	363	365	367	369	371	372	374
610	340	342	345	347	350	352	351	356	357	359	361	362	364	367	369	372	374	375	377	378	380
620	347	349	351	353	356	358	360	361	363	365	366	368	370	372	375	377	379	381	383	385	387
630	353	355	357	359	362	364	366	368	369	371	372	374	376	378	381	383	385	387	389	391	393
640	359	361	364	366	368	370	372	373	375	376	378	380	381	383	386	389	391	394	396	398	399
650	366	368	370	372	374	376	378	380	381	383	384	385	388	390	392	395	397	399	401	403	404
660	372	374	376	378	380	382	384	385	387	388	390	392	393	395	390	401	403	405	407	409	410
670	378	380	382	384	386	388	390	391	393	394	396	397	399	402	404	407	409	411	413	414	415
680	384	386	388	390	392	393	395	397	398	400	401	403	405	406	408	411	413	415	417	418	419
690	390	391	393	395	397	399	401	403	404	406	407	409	410	411	413	415	417	419	421	422	423
700	395	397	399	401	402	404	406	407	409	410	411	413	414	416	417	419	421	423	424	426	427
710	400	402	403	405	406	408	410	411	413	414	415	416	418	420	421	423	425	427	428	430	431
720	404	406	407	409	411	412	414	415	417	418	419	420	422	423	425	426	428	430	431	433	434
730	408	410	411	413	415	416	418	419	421	422	423	424	425	426	428	429	431	433	435	436	437
740	411	413	414	416	417	419	421	422	423	424	425	426	428	429	430	432	434	435	437	439	440

Digitized by Google

Fortsetzung von Zahlentafel 25.

Oberrh. und Neckar-anteil an der Rheinh. Mains in cm	Mainstände Lohr in Centimeter:																			
	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440
	Mainanteil an der Rheinhöhe in Mainz in Centimeter:																			
130	49	52	54	57	60	63	66	68	71	74	77	80	83	86	88	91	94	97	99	102
140	48	51	54	57	59	62	65	68	70	73	76	79	82	84	87	90	93	95	98	100
150	48	51	53	56	59	61	64	67	70	72	75	78	81	84	86	89	92	95	97	100
160	47	50	53	55	58	61	64	66	69	72	74	77	80	83	85	88	91	93	96	98
170	47	49	52	55	57	60	63	65	68	70	73	76	79	82	84	87	90	92	95	98
180	46	49	51	54	56	59	62	64	67	70	72	75	78	80	83	86	89	91	94	96
190	45	48	51	54	56	59	61	64	67	69	72	74	77	80	82	85	88	90	93	95
200	45	48	50	53	55	58	61	63	66	68	71	73	76	79	81	84	87	89	92	94
210	44	47	50	52	55	57	60	63	65	68	70	73	75	78	81	83	86	88	91	94
220	44	47	49	52	54	57	59	62	64	67	69	72	74	77	79	82	84	87	89	92
230	43	46	48	51	54	56	59	61	64	66	69	71	74	76	78	81	83	86	88	91
240	43	45	48	50	53	55	58	60	63	65	68	70	73	75	77	80	82	84	87	89
250	43	45	48	50	53	55	58	60	62	65	67	70	72	74	77	79	81	84	86	89
260	42	44	47	49	52	54	57	59	62	64	66	68	71	73	75	78	80	82	84	87
270	42	44	47	49	51	54	56	58	61	63	66	68	70	72	75	77	79	81	83	86
280	42	44	46	49	51	53	56	58	61	63	65	67	70	72	74	76	78	80	82	85
290	41	43	45	48	50	52	55	57	60	62	64	67	69	71	73	75	77	79	82	84
300	40	43	45	47	49	51	54	56	59	61	63	66	68	70	72	73	76	78	80	82
310	40	42	44	47	49	51	53	56	58	60	62	65	67	69	71	73	75	77	79	81
320	39	42	44	46	48	50	53	55	57	59	61	63	66	68	70	72	74	76	78	80
330	39	41	43	45	48	50	52	54	57	59	61	62	64	66	68	70	72	74	76	79
340	38	40	43	45	47	49	51	53	55	58	60	61	63	65	67	69	71	73	75	77
350	38	40	42	44	46	48	50	52	55	57	59	61	62	64	66	68	70	72	74	76
360	37	39	41	44	46	48	50	52	53	55	57	59	61	62	64	66	68	70	72	74
370	36	38	41	43	45	47	49	51	53	54	57	58	60	62	63	65	67	69	71	73
380	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	60	62	64	66	68	69	71
390	34	36	38	40	42	44	46	48	50	51	53	55	57	59	61	63	64	66	68	70
400	33	35	37	39	41	43	45	47	48	50	52	54	56	58	59	61	63	65	66	68
410	32	34	36	38	40	42	44	46	47	49	51	53	54	56	58	59	61	63	65	67
420	31	33	34	37	39	41	43	45	46	48	50	52	53	55	57	58	60	62	63	65
430	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	49	51	52	54	56	57	59	61	62	64
440	30	32	34	35	37	39	41	42	44	45	47	49	50	52	54	55	57	59	61	62
450	29	31	32	34	36	38	40	41	43	44	46	48	49	51	52	54	56	58	59	61

Digitized by Google

Fortsetzung von Zahlentafel 25.

Oberrh.- und Neckaranteil an der Rheinh. Mainz in cm	Mainstände Lohr in Centimeter:																				
	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650
	Mainanteil an der Rheinhöhe in Mainz in Centimeter:																				
130	104	107	109	112	115	117	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
140	103	106	108	111	114	116	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
150	102	105	108	111	114	116	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
160	101	104	106	109	112	115	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
170	100	103	106	108	111	114	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
180	99	102	105	108	110	113	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
190	98	101	104	107	109	112	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
200	97	100	102	105	108	110	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
210	96	99	101	104	106	109	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
220	95	97	100	102	105	108	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
230	93	96	98	101	103	106	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
240	92	94	97	100	102	104	106	107	109	110	111	113	114	116	117	119	.	.	.	.	.
250	91	94	97	99	101	103	105	107	108	110	111	113	114	115	117	118	.	.	.	.	.
260	89	92	94	97	99	101	103	105	107	108	110	111	112	114	115	117	.	.	.	.	.
270	88	91	93	96	98	100	102	104	105	107	108	109	111	112	114	116	118	120	123	125	127
280	87	89	92	94	97	99	101	102	104	106	107	108	109	111	112	114	116	118	120	123	125
290	86	89	91	93	95	97	99	101	102	103	105	107	108	109	111	113	115	117	119	121	123
300	84	87	89	91	94	95	97	99	100	102	103	104	106	107	109	110	112	114	117	119	121
310	83	86	88	91	93	95	96	98	99	100	101	103	104	105	107	109	111	113	115	117	119
320	82	84	87	89	91	93	94	96	97	99	100	101	102	104	105	107	109	111	113	115	117
330	81	83	85	87	89	91	92	94	95	97	98	99	101	102	104	106	107	109	111	113	115
340	79	81	83	85	87	89	90	92	93	95	96	98	99	100	102	103	105	107	109	111	113
350	78	80	82	84	86	88	89	91	92	94	95	96	98	99	100	102	104	105	107	109	111
360	76	78	80	82	84	86	87	89	90	92	93	94	96	97	98	100	101	103	105	107	109
370	75	77	79	80	82	84	85	87	88	90	91	92	94	95	96	98	99	101	103	105	107
380	73	75	77	78	80	82	84	85	87	88	89	91	92	93	94	96	97	99	100	102	104
390	72	74	75	77	79	80	82	83	85	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	102
400	70	71	73	74	76	77	79	81	82	84	85	87	88	90	91	92	91	95	97	98	100
410	68	70	71	73	74	76	77	78	81	83	84	86	87	88	89	90	92	93	95	97	98
420	66	68	69	70	72	74	75	77	79	81	82	84	85	86	87	89	90	91	93	94	96
430	65	67	68	70	71	73	74	76	78	79	81	82	84	85	86	87	88	89	91	92	94
440	64	66	67	69	70	72	73	75	76	78	79	80	82	83	84	85	86	88	89	91	93
450	62	64	65	67	68	70	71	73	75	76	78	79	80	81	83	84	85	86	88	89	91

Digitized by Google

26. Stundenzahlen des Eintritts zusammengehöriger Wasserstände

zu Mainz, Cöln, Kreuznach, Wetzlar, Trier und Buisdorf.*)

Stundenzahlen d. Eintritts zu Mainz	Zugehörige Stundenzahlen bei einem Rheinstande zu Mainz von: 200—250					250—350					350—450					450—550					550—600				
	in Cöln	in Krznach.	in Wetzlar	in Trier	in Buisdorf	in Cöln	in Krznach.	in Wetzlar	in Trier	in Buisdorf	in Cöln	in Krzoach.	in Wetzlar	in Trier	in Buisdorf	in Cöln	in Krznach.	in Wetzlar	in Trier	in Buisdorf	in Cöln	in Krznach.	in Wetzlar	in Trier	in Buisdorf
	Bei Moselständen zwischen 200 und 300 cm Trier, durchschnittlich 12 Stunden früher als Mainz:																								
09	12 n	07 v	22 v	22 v	06	10 n	07 v	21 v	21 v	06	09 n	08	20 v	20 v	04	10 n	09	21 v	21 v	05	11 n	10	22 v	22 v	06
12	15 n	10	01 v	01 v	09 n	13 n	10	24 v	24 v	09 n	12 n	11	23 v	23 v	07 n	13 n	12	24 v	24 v	08 n	14 n	13	01 v	01 v	09 n
15	18 n	13	04 v	04 v	12 n	16 n	13	03 v	03 v	12 n	15 n	14	02 v	02 v	10 n	16 n	15	03 v	03 v	11 n	17 n	16	04 v	04 v	12 n
18	21 n	16	07 v	07 v	15 n	19 n	16	06 v	06 v	15 n	18 n	17	05 v	05 v	13 n	19 n	18	06 v	06 v	14 n	20 n	19	07 v	07 v	15 n
21	24 n	19	10	10	18 n	22 n	19	09	09	18 n	21 n	20	08 v	08 v	16 n	22 n	21	09	09	17 n	23 n	22	10	10	18 n
24	05 n	22	13	13	21 n	01 n	22	12	12	21 n	24 n	23	11	11	19 n	01 n	24	12	12	20 n	02 n	01	13	13	21 n
03	06 n	01	16	16	24 n	04 n	01	15	15	24 n	03 n	02	14	14	22 n	04 n	03	15	15	23 n	05 n	04	16	16	24 n
06	09 nn	04	19	19	03 n	07 nn	04	18	18	05 n	06 n	05	17	17	01 n	07 nn	06	18	18	02 n	08 nn	07 n	19	19	03 n
	Bei Moselständen zwischen 300 und 350 cm Trier, durchschnittlich 10 Stunden früher als Mainz:																								
09	12 n	07 v	22 v	24 v	06	10 n	07 v	21 v	23 v	05 n	09 n	08 v	20 v	22 v	04 n	10 n	09	21 v	23 v	05	11 n	10	22 v	24 v	06
12	15 n	10	01 v	03 v	09 n	13 n	10	24 v	02 v	08 n	12 n	11	23 v	01 v	07 n	13 n	12	24 v	02 v	08 n	14 n	13	01 v	03 v	09 n
15	18 n	13	04 v	06 v	12 n	16 n	13	03 v	05 v	11 n	15 n	14	02 v	04 v	10 n	19 n	15	03 v	05 v	11 n	17 n	16	04 v	06 v	12 n
18	21 n	16	07 v	09	15 n	19 n	16	06 v	08 v	14 n	18 n	17	05 v	07 v	13 n	16 n	18	06 v	08 v	14 n	20 n	19	07 v	09	15 n
21	24 n	19	10	12	18 n	22 n	19	09	11	17 n	21 n	20	08 v	10	16 n	22 n	21	09	11	17 n	23 n	22	10	12	18 n
24	05 n	22	13	15	21 n	01 n	22	12	14	20 n	24 n	23	11	13	19 n	01 n	24	12	14	20 n	02 n	01	13	15	21 n
03	06 n	01	16	18	24 n	04 n	01	15	17	23 n	03 n	02	14	16	22 n	04 n	03	15	17	23 n	05 n	04	16	18	24 n
06	09 nn	04	19	21	03 n	07 nn	04	18	20	02 n	06 n	05	17	19	01 n	07 nn	06	18	20	02 n	08 nn	07 n	19	21	03 n
	Bei Moselständen zwischen 350 und 450 cm Trier, durchschnittlich 8 Stunden früher als Mainz:																								
09	11 n	07 v	22 v	02 v	05	10 n	07 v	21 v	01 v	05	09 n	08 v	20 v	24 v	04	10 n	09	21 v	01 v	05	11 n	10	22 v	02 v	06
12	14 n	10	01 v	05 v	08 n	13 n	10	24 v	04 v	08 n	12 n	11	23 v	03 v	07 n	13 n	12	24 v	04 v	08 n	14 n	13	01 v	05 v	09 n
15	17 n	13	04 v	08 v	11 n	16 n	13	03 v	07 v	11 n	15 n	14	02 v	06 v	10 n	16 n	15	03 v	07 v	11 n	17 n	16	04 v	08 v	12 n
18	20 n	16	07 v	11	14 n	19 n	16	06 v	10	14 n	18 n	17	05 v	09	13 n	19 n	18	06 v	10	14 n	20 n	19	07 v	11	15 n
21	23 n	19	10	14	17 n	22 n	19	09	13	17 n	21 n	20	08 v	12	16 n	22 n	21	09	15	17 n	23 n	22	10	14	18 n
24	02 n	22	13	17	20 n	01 n	22	12	16	20 n	24 n	23	11	15	19 n	01 n	24	12	16	20 n	02 n	01	13	17	21 n
03	05 n	01	16	20	23 n	04 n	01	15	19	25 n	03 n	02	14	18	22 n	04 n	03	15	19	23 n	05 n	04	16	20	24 n
06	08 nn	04	19	25	02 n	07 nn	04	18	22	02	06 n	05	17	21	01	07 nn	06	18	22	02 n	08 nn	07 n	19	23	03 n
	Bei Moselständen zwischen 450 und 550 cm Trier, durchschnittlich 7 Stunden früher als Mainz:																								
09	11 n	07 v	22 v	03 v	06	10 n	07 v	21 v	02 v	05	09 n	08 v	20 v	01 v	04	10 n	09	21 v	02 v	05	11 n	10	22 v	03 v	06
12	14 n	10	01 v	06 v	09 n	13 n	10	24 v	05 v	08 n	12 n	11	23 v	04 v	07 n	13 n	12	24 v	05 v	08 n	14 n	13	01 v	06 v	09 n
15	17 n	13	04 v	09	12 n	16 n	13	03 v	08 v	11 n	15 n	14	02 v	07 v	10 n	16 n	15	05 v	08 v	11 n	17 n	16	04 v	09	12 n
18	20 n	16	07 v	12	15 n	19 n	16	06 v	11	14 n	18 n	17	05 v	10	13 n	19 n	18	06 v	11	14 n	20 n	19	07 v	12	15 n
21	23 n	19	10 v	15	18 n	22 n	19	09	14	17 n	21 n	20	08 v	13	16 n	22 n	21	09	14	17 n	23 n	22	10	15	18 n
24	02 n	22	13	18	21 n	01 n	22	12	17	20 n	24 n	23	11	16	19 n	01 n	24	12	17	20 n	02 n	01	13	18	21 n
03	05 n	01	16	21	24 n	04 n	01	15	20	22 n	03 n	02	14	19	22 n	04 n	03	15	20	23 n	05 n	04	16	21	24 n
06	08 nn	04	19	24	03 n	07 nn	04	18	23	02 n	06 n	05	17	22	01 n	07 nn	06	18	23	02 n	08 nn	07 n	19	24	03 n
	Bei Moselständen zwischen 550 und 750 cm Trier, durchschnittlich 8 Stunden früher als Mainz:																								
09	11 n	07 v	22 v	02 v	06	10 n	07 v	21 v	01 v	05	09 n	08 v	20 v	24 v	04	10 n	09	21 v	01 v	05	11 n	10	22 v	02 v	06
12	14 n	10	01 v	05 v	09 n	13 n	10	24 v	04 v	08 n	12 n	11	23 v	03 v	07 n	13 n	12	24 v	04 v	08 n	14 n	13	01 v	05 v	09 n
15	17 n	13	04 v	08 v	12 n	16 n	13	03 v	07 v	11 n	15 n	14	02 v	06 v	10 n	16 n	15	03 v	07 v	11 n	17 n	16	04 v	08 v	12 n
18	20 n	16	07 v	11	15 n	19 n	16	06 v	10	14 n	18 n	17	05 v	09	13 n	19 n	18	06 v	10	14 n	20 n	19	07 v	11	15 n
21	23 n	19	10	14	18 n	22 n	19	09	13	17 n	21 n	20	08 v	12	16 n	22 n	21	09	13	17 n	23 n	22	10	14	18 n
24	02 n	22	13	17	21 n	01 n	22	12	16	20 n	24 n	23	11	15	19 n	01 n	24	12	16	20 n	02 n	01	13	17	21 n
03	05 n	01	16	20	24 n	04 n	01	15	19	22 n	05 n	02	14	18	22 n	04 n	03	15	19	23 n	05 n	04	16	20	24 n
06	08 nn	04	19	23	03	07 nn	04	18	22	02 n	06 n	05	17	21	01 n	07 nn	06	18	22	02 n	08 nn	07 n	19	23	03 n

*) Die dem Meldetag um einen oder zwei Tage vorausgehenden oder folgenden Stundenzahlen sind je nachdem mit v oder vv, mit n oder nn versehen; die Stundenzahlen des Meldetages besitzen keine Indices.

Digitized by Google

27. Rheinhöhen zu Cöln aus zusammengehörigen Wasserständen

zu Mainz, Kreuznach, Wetzlar, Trier und Buisdorf.

Rheinstände Mainz in cm	Moselstände Trier in Centimeter:																						
	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440
	Oberrhein- und Moselanteil an der Rheinhöhe in Cöln in Centimeter:																							
200	356	360	364	368	371	375	378	382	386	389	393	397	400	404	408	411	415	419	423	426	430	434	437	441
210	364	369	373	377	380	384	387	391	395	399	402	406	410	413	417	421	424	428	431	435	439	443	446	450
220	373	377	382	386	389	393	396	400	404	408	411	415	418	422	425	429	433	436	440	443	447	450	454	458
230	383	387	391	395	398	402	405	409	413	417	420	424	427	431	435	438	441	445	449	452	456	460	463	466
240	392	396	400	404	408	411	415	419	423	426	430	434	437	441	444	448	451	455	458	462	465	468	472	475
250	403	407	411	415	418	422	426	429	433	437	440	444	447	451	454	457	461	464	467	471	474	478	481	485
260	412	416	420	424	427	431	435	438	442	446	449	453	456	460	463	467	470	474	477	480	484	488	491	495
270	422	426	430	434	438	441	445	448	452	456	459	463	466	470	473	477	480	484	487	491	494	498	501	504
280	432	436	440	444	447	451	454	458	461	465	468	472	475	478	482	485	489	492	495	499	502	506	510	513
290	443	447	451	455	458	461	465	468	472	475	479	482	486	489	492	496	499	503	506	510	513	516	520	523
300	454	458	462	466	469	472	476	479	483	486	489	492	496	500	503	507	510	514	517	520	524	527	530	534
310	465	469	472	476	479	483	486	489	493	496	499	503	506	510	513	517	520	524	527	530	534	537	540	544
320	476	480	484	487	491	494	497	501	505	507	510	514	517	520	524	527	530	534	537	540	544	547	550	553
330	486	490	494	497	501	504	507	510	514	517	520	524	527	530	534	537	540	544	547	550	554	557	561	564
340	497	501	504	508	511	515	518	521	525	528	532	535	538	541	545	548	551	554	558	561	564	567	571	574
350	507	512	515	518	522	525	528	532	535	538	541	545	548	551	555	558	561	564	567	571	574	577	580	584
360	519	523	526	529	533	536	539	543	546	549	552	556	559	562	565	569	572	575	578	581	585	588	591	595
370	531	535	538	541	544	548	551	554	557	560	563	567	570	573	577	580	583	587	590	593	597	600	603	607
380	544	547	551	554	557	561	564	567	570	573	576	580	583	586	589	592	595	599	602	605	608	611	615	618
390	555	558	562	565	569	572	575	579	582	585	589	592	595	598	602	605	608	611	614	618	621	624	627	630
400	568	571	575	578	582	585	588	591	595	598	601	605	608	611	614	618	621	624	627	631	634	636	639	642
410	580	584	587	590	594	597	600	604	607	611	614	618	621	624	627	630	633	636	639	642	645	648	650	653
420	593	597	600	603	607	610	613	616	620	623	626	630	633	635	638	641	644	647	650	653	656	659	661	664
430	606	608	613	616	619	622	625	628	631	634	638	641	644	646	649	652	655	658	661	664	667	670	672	675
440	619	622	626	629	632	635	638	641	644	647	650	653	655	658	661	664	666	669	672	675	678	681	684	686
450	632	636	640	642	644	647	650	653	655	658	661	664	666	669	672	675	678	680	683	686	689	692	694	697
460	643	647	650	653	656	658	661	664	667	670	673	675	678	681	683	686	689	692	694	697	700	703	705	708
470	655	658	661	664	667	669	672	675	678	681	684	686	689	692	695	697	700	703	705	708	711	714	716	719
480	666	669	673	676	679	681	684	687	690	693	696	698	701	704	706	709	712	715	717	720	723	725	728	731
490	677	681	684	687	690	692	695	698	701	704	707	709	712	715	717	720	723	726	728	731	734	736	739	741
500	688	692	695	698	700	703	706	709	712	715	718	720	723	726	728	731	734	737	739	742	745	747	749	752
510	701	704	707	710	712	715	718	721	723	726	729	731	734	736	739	741	744	747	749	752	754	757	759	761
520	712	716	719	721	724	727	729	732	734	737	740	742	744	747	749	752	754	756	759	761	764	766	768	771
530	723	726	729	731	734	737	739	742	744	747	750	752	754	757	759	761	764	766	769	771	773	776	778	781
540	735	738	741	743	746	748	751	753	756	758	761	763	765	768	770	772	775	777	780	782	784	787	789	791
550	745	748	751	753	756	758	760	763	765	767	770	772	775	777	779	781	784	786	789	791	793	795	798	800
560	755	758	761	763	766	768	770	773	775	777	780	782	784	787	789	791	793	795	798	800	802	805	807	810
570	765	768	771	773	776	778	780	783	785	787	790	792	795	797	799	802	804	806	809	811	813	816	818	820
580	775	778	781	783	785	788	790	793	795	797	800	802	804	807	809	812	814	816	819	821	823	825	828	830
590	785	788	791	793	796	798	800	803	805	807	810	812	814	817	819	821	824	826	829	831	833	836	838	840

Digitized by Google

Fortsetzung von Zahlentafel 27.

Rheinstände Mainz in cm	Moselstände Trier in Centimeter:																							
	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680
	Oberrhein- und Moselanteil an der Rheinhöhe in Cöln in Centimeter:																							
200	444	448	452	455	459	463	466	470	474	478	482	486	490	493	497	500	504	508	511	515	519	522	526	529
210	454	457	461	464	468	471	475	479	482	486	489	493	497	500	504	508	511	515	519	522	526	530	534	537
220	461	465	468	472	475	479	482	486	490	493	497	501	505	508	512	515	518	522	525	529	532	536	539	542
230	470	473	477	480	484	487	491	495	498	502	506	509	513	516	520	523	527	530	534	537	541	544	548	551
240	479	482	486	489	493	496	500	504	507	511	515	518	522	525	529	532	536	539	543	546	550	553	557	560
250	489	492	496	499	503	507	510	513	517	520	524	527	531	534	538	541	545	548	552	555	559	562	566	569
260	498	502	506	509	513	516	520	523	526	529	533	536	539	542	546	549	553	556	560	563	567	570	574	577
270	508	511	514	518	521	525	528	532	535	539	542	546	550	553	557	560	563	567	570	573	577	580	583	587
280	517	520	524	527	531	534	538	541	544	548	551	555	558	561	565	568	571	575	578	581	585	588	592	596
290	526	529	533	536	539	542	546	549	553	556	560	563	567	570	574	577	581	584	588	591	595	598	602	605
300	537	540	544	547	550	554	557	560	564	567	570	574	577	580	584	587	591	594	598	601	604	608	612	615
310	547	550	553	557	560	563	567	570	574	577	581	584	588	592	594	598	601	605	608	612	615	618	622	625
320	556	559	563	566	569	572	576	579	583	586	590	593	597	600	604	607	611	614	617	621	624	627	631	634
330	568	571	574	578	581	584	588	591	594	597	600	604	607	610	614	617	619	623	627	630	633	636	640	643
340	578	581	584	588	591	594	598	601	604	608	611	615	618	621	625	628	630	634	637	641	644	647	650	653
350	587	590	594	597	600	604	607	610	614	617	620	624	627	631	634	637	639	643	646	649	652	655	658	660
360	598	601	604	607	611	614	617	621	624	627	630	634	637	640	643	646	649	652	655	657	660	663	666	669
370	610	613	616	620	623	626	629	632	635	638	641	644	648	651	654	656	659	662	665	668	671	674	677	680
380	621	624	628	631	634	637	640	643	646	649	652	655	657	690	663	666	669	672	675	677	680	683	686	689
390	633	636	639	642	645	648	650	654	656	659	662	665	668	671	674	676	679	682	685	688	691	694	697	700
400	644	647	650	653	655	658	661	664	667	670	673	675	678	681	684	687	690	693	695	698	701	704	707	710
410	656	959	662	664	667	670	673	675	678	681	684	687	690	692	695	698	701	704	707	710	713	716	719	721
420	667	670	672	675	678	681	684	686	689	692	695	698	700	703	706	709	712	715	718	721	724	727	730	732
430	678	681	684	686	689	692	695	698	700	703	706	709	712	715	717	720	723	726	728	731	734	737	740	742
440	689	692	695	698	701	704	707	709	712	715	717	720	723	725	728	731	733	736	739	742	744	747	750	752
450	700	703	705	708	711	714	717	719	722	725	728	731	734	736	739	742	744	747	749	752	755	757	760	762
460	711	714	716	719	722	725	728	730	733	736	738	741	744	747	749	751	754	756	758	761	763	765	768	770
470	722	725	728	730	733	736	738	741	743	746	749	751	754	756	759	761	764	766	769	771	774	776	779	781
480	733	736	739	741	744	747	749	752	754	757	759	761	764	766	769	771	773	776	778	781	783	785	788	790
490	744	747	749	752	754	757	759	761	764	766	768	771	773	775	778	780	783	785	788	790	793	795	797	800
500	754	757	759	762	764	767	769	772	774	777	779	782	784	786	789	791	794	796	798	801	803	805	808	810
510	764	766	768	771	773	776	778	781	783	785	788	790	793	795	798	800	803	805	807	810	812	814	817	819
520	773	776	778	781	783	786	788	790	793	795	798	800	803	805	808	810	812	815	817	820	822	824	827	829
530	783	786	788	791	793	796	798	801	803	806	808	811	813	816	818	820	822	824	827	829	831	833	836	838
540	794	796	798	801	803	805	808	810	813	815	818	820	823	825	828	830	832	834	837	839	841	843	846	848
550	802	804	807	809	811	814	816	819	821	824	827	829	832	834	837	839	842	844	846	849	851	853	856	858
560	812	815	817	820	822	825	827	829	832	834	836	839	841	843	846	848	851	853	856	858	861	863	865	868
570	823	825	827	830	832	835	837	839	842	844	847	849	852	854	857	859	861	863	866	868	870	872	875	877
580	832	835	837	839	841	844	846	849	851	854	856	859	861	864	866	868	871	873	875	878	880	882	886	887
590	843	845	847	850	852	855	857	859	862	864	866	849	871	874	876	878	880	883	885	888	890	892	895	897

Digitized by Google

Fortsetzung von Tabelle 27.

Rheinstände Mainz in cm	Wasserstände der Nahe (Kreuznach), Lahn (Wetzlar) und Sieg (Buisdorf) in Centimeter:																						
	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440
	Naheanteil an der Rheinhöhe in Cöln in Centimeter.																							
200	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	5	8	11	13	16	19	21	24	27
230	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	6	9	11	14	16	19	22	24
260	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	7	9	12	15	18	20	23
290	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4	7	10	12	15	18	20
320	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	5	8	10	13	16	18
350	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	6	9	11	14	16
380	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	7	9	12	15
410	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5	8	10	12
440	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5	8	10
470	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	7	9
500	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	6
530	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4
560	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
590	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	Lahnanteil an der Rheinhöhe in Cöln.																							
200	21	22	23	25	26	27	29	30	31	33	34	35	37	38	40	41	43	44	46	47	50	52	54	57
230	20	21	22	24	25	26	28	29	30	32	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	48	50	53	55
260	18	19	20	22	23	24	26	27	28	30	31	32	34	35	37	38	40	41	43	44	47	49	51	54
290	17	18	19	20	22	23	25	26	27	29	30	31	33	34	36	37	39	40	42	43	46	48	50	52
320	15	16	17	18	20	21	22	24	25	27	28	29	31	32	34	35	37	38	40	41	43	46	48	50
350	14	15	16	18	19	20	22	23	24	26	27	28	30	31	32	34	35	36	38	39	41	43	45	47
380	13	14	15	16	18	19	20	21	23	24	25	26	28	29	30	32	33	34	36	37	39	41	43	45
410	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	26	27	28	30	31	32	34	35	37	39	41	42
440	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	32	33	34	36	38	40
470	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	32	33	35	37
500	9	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	29	31	33	34
530	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	17	18	20	21	22	23	24	25	26	28	29	31	32
560	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	28	29	31
590	4	5	6	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	25	27	28	30
	Sieganteil an der Rheinhöhe in Cöln.																							
200	24	28	33	38	42	47	51	56	60	65	69	74	79	84	88	93	97	102	106	111	.	.	.	.
230	23	27	31	36	40	45	49	54	58	62	66	71	75	80	84	89	93	97	102	106	.	.	.	.
260	22	26	29	34	38	43	47	51	55	59	63	67	71	76	80	84	88	92	97	101	.	.	.	.
290	20	24	28	33	37	41	45	48	52	56	60	63	67	72	76	83	84	88	92	96	.	.	.	.
320	19	23	26	31	34	38	42	45	49	53	57	60	64	68	72	75	79	83	87	91	.	.	.	.
350	18	22	25	29	32	36	40	43	47	50	54	57	61	64	68	71	75	79	82	86	.	.	.	.
380	18	21	24	27	30	34	38	41	44	47	50	53	57	60	64	67	71	74	77	81	.	.	.	.
410	16	18	21	24	27	30	34	36	39	42	45	47	51	54	57	60	63	66	69	72	.	.	.	.
440	12	14	17	19	21	23	26	29	31	33	35	37	39	42	45	47	49	52	54	57	.	.	.	.
470	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	49	.	.	.	.
500	10	11	13	15	17	18	20	22	24	26	27	29	31	32	34	36	38	39	41	44	.	.	.	.
530	9	10	11	13	15	16	18	19	20	22	23	25	27	28	30	31	33	34	36	39	.	.	.	.
560	8	9	10	11	12	13	15	16	17	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30	33	.	.	.	.
590	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	.	.	.	.

Digitized by Google

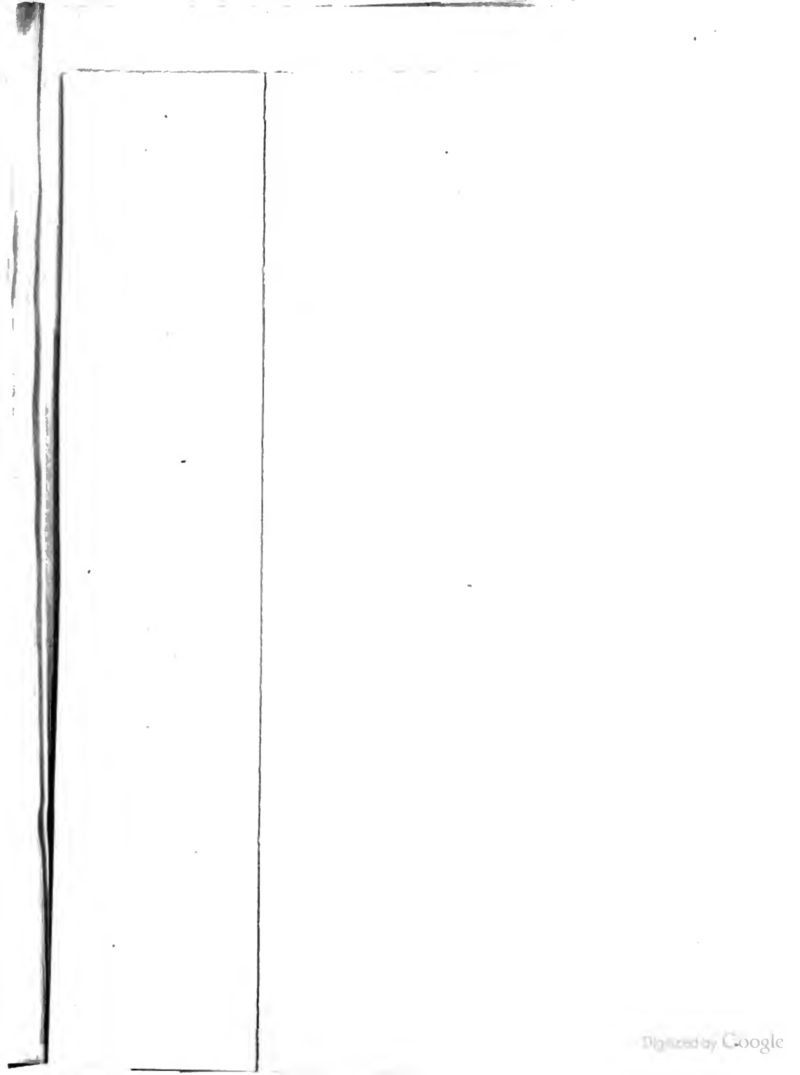
Fortsetzung von Tabelle 27.

Rheinstände Mainz in cm	Wasserstände der Nahe (Kreuznach), Lahn (Wetzlar) und Sieg (Buisdorf) in Centimeter:																						
	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680
	Naheanteil an der Rheinhöhe in Cöln in Centimeter.																							
200	30	33	35	38	40	43	46	49	51	54	57	59	62	65	67	70	73	76	78	81	84	87	90	93
230	27	30	33	35	38	41	44	47	50	52	55	58	60	63	66	69	72	74	77	80	83	86	88	91
260	26	29	31	34	37	40	43	46	48	51	54	57	59	62	64	67	70	73	76	78	81	84	86	89
290	23	26	29	32	35	38	41	44	46	49	52	55	58	60	63	66	69	71	74	76	79	82	85	87
320	21	24	27	30	33	36	39	41	44	47	50	53	56	58	61	64	67	70	72	75	78	81	84	86
350	19	22	25	28	30	33	36	39	42	44	47	50	53	56	58	61	64	67	70	72	75	78	80	83
380	18	20	23	26	29	31	34	37	39	42	45	48	51	53	56	59	62	64	67	70	72	75	78	80
410	15	18	21	23	26	29	32	35	37	40	43	46	48	51	53	56	59	62	64	67	70	73	75	78
440	13	16	19	22	25	28	30	33	36	39	41	44	46	49	51	54	57	60	62	65	68	71	73	76
470	12	15	17	20	23	26	28	31	33	36	38	41	43	46	48	51	53	56	58	60	63	65	68	70
500	8	11	13	16	18	21	23	26	28	30	33	36	38	41	43	46	48	51	53	56	58	60	63	65
530	6	8	11	14	16	19	21	24	26	29	31	34	37	39	41	44	46	48	51	53	55	57	60	62
560	5	7	10	12	14	16	19	21	23	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	53	55
590	2	4	6	8	10	13	15	17	19	22	24	26	28	30	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51
	Lahnanteil an der Rheinhöhe in Cöln.																							
200	59	63	67	71	75	80	84	88	92	97	101	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
230	58	61	65	69	72	76	80	84	88	91	95	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
260	56	59	63	67	70	74	77	81	84	88	92	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
290	54	57	61	65	69	72	75	78	81	84	88	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
320	52	55	59	62	65	69	72	75	78	81	85	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
350	49	52	55	58	61	65	68	71	74	77	80	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
380	47	50	52	55	58	61	64	67	70	72	76	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
410	44	47	49	52	55	58	60	63	65	68	70	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
440	41	43	46	49	51	54	56	59	61	64	66	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
470	38	41	43	46	49	52	54	57	59	62	64	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
500	36	38	41	43	46	49	51	54	56	59	61	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
530	33	36	39	41	44	47	49	52	55	57	60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
560	32	35	37	40	43	45	48	51	53	56	58	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
590	31	33	36	38	41	44	46	49	51	54	56	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Digitized by Google

Druck der G. Braunschen Hofbuchdruckerei in Karlsruhe

Digitized by Google



Digitized by Google

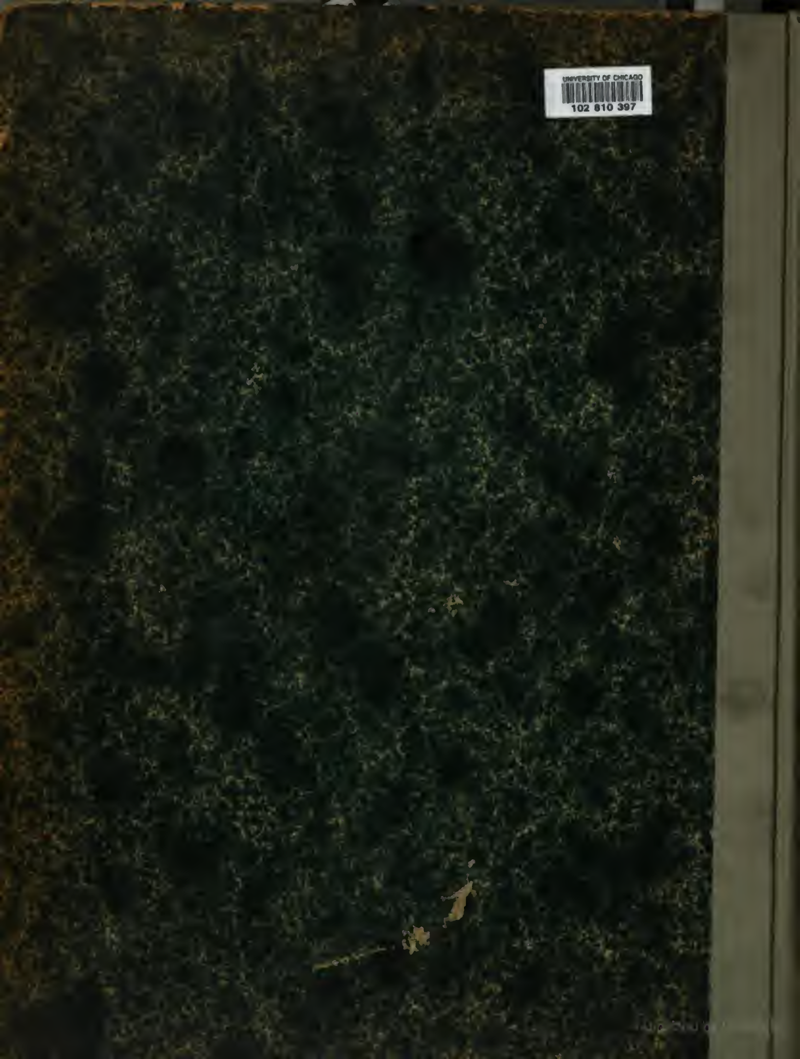
Digitized by Google



GB
733
4. R5 B2
Vol. 8
Baden, centralb. für meteorologie und hydrogr.
Ergebnisse der untersuchung
609976
5- 2742



Digitized by Google


UNIVERSITY OF CHICAGO
102 810 397